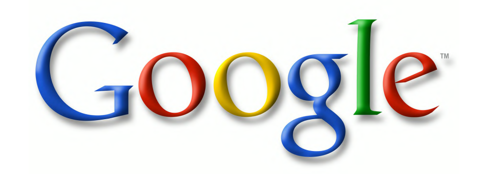
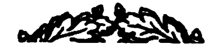
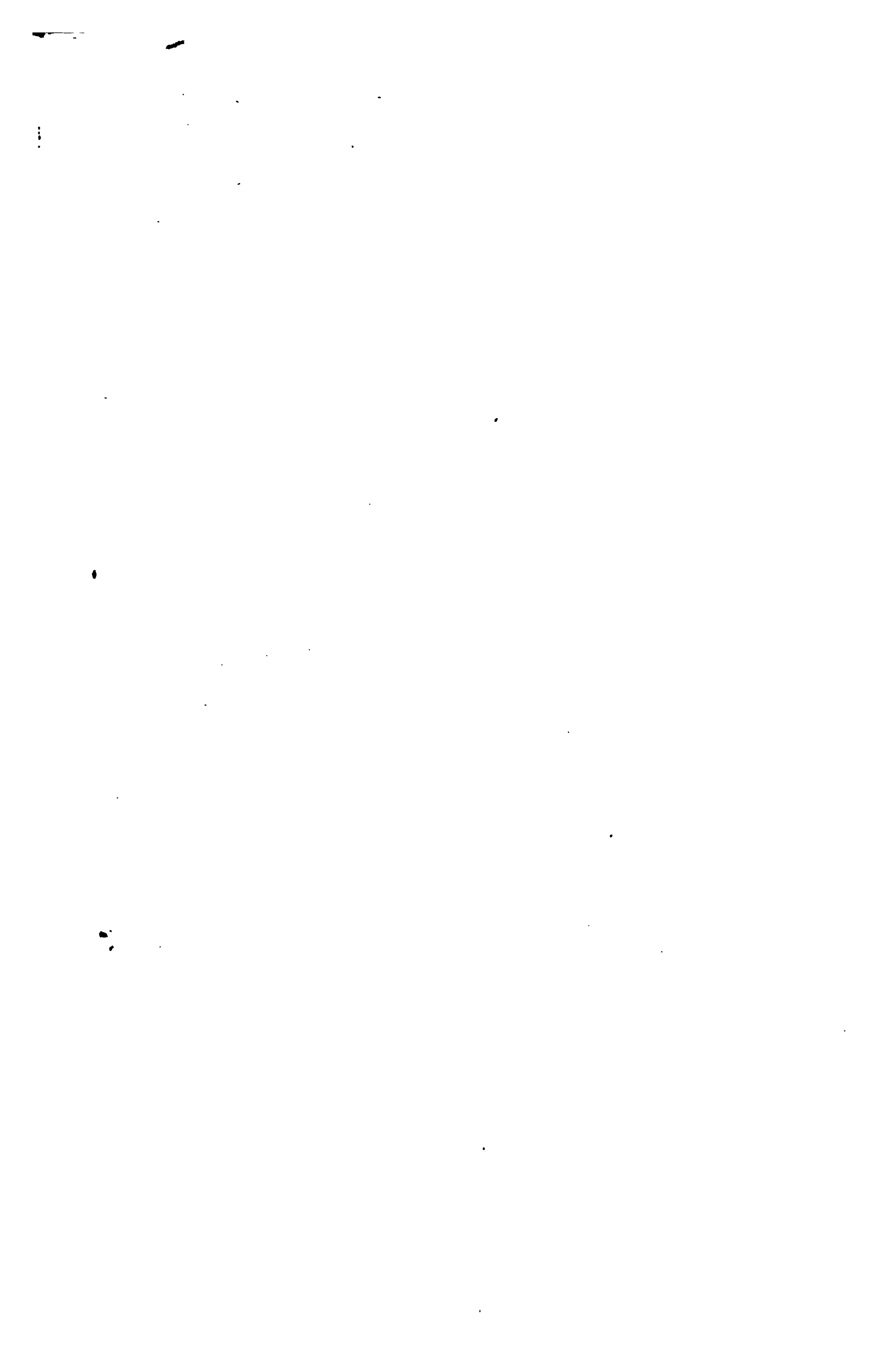
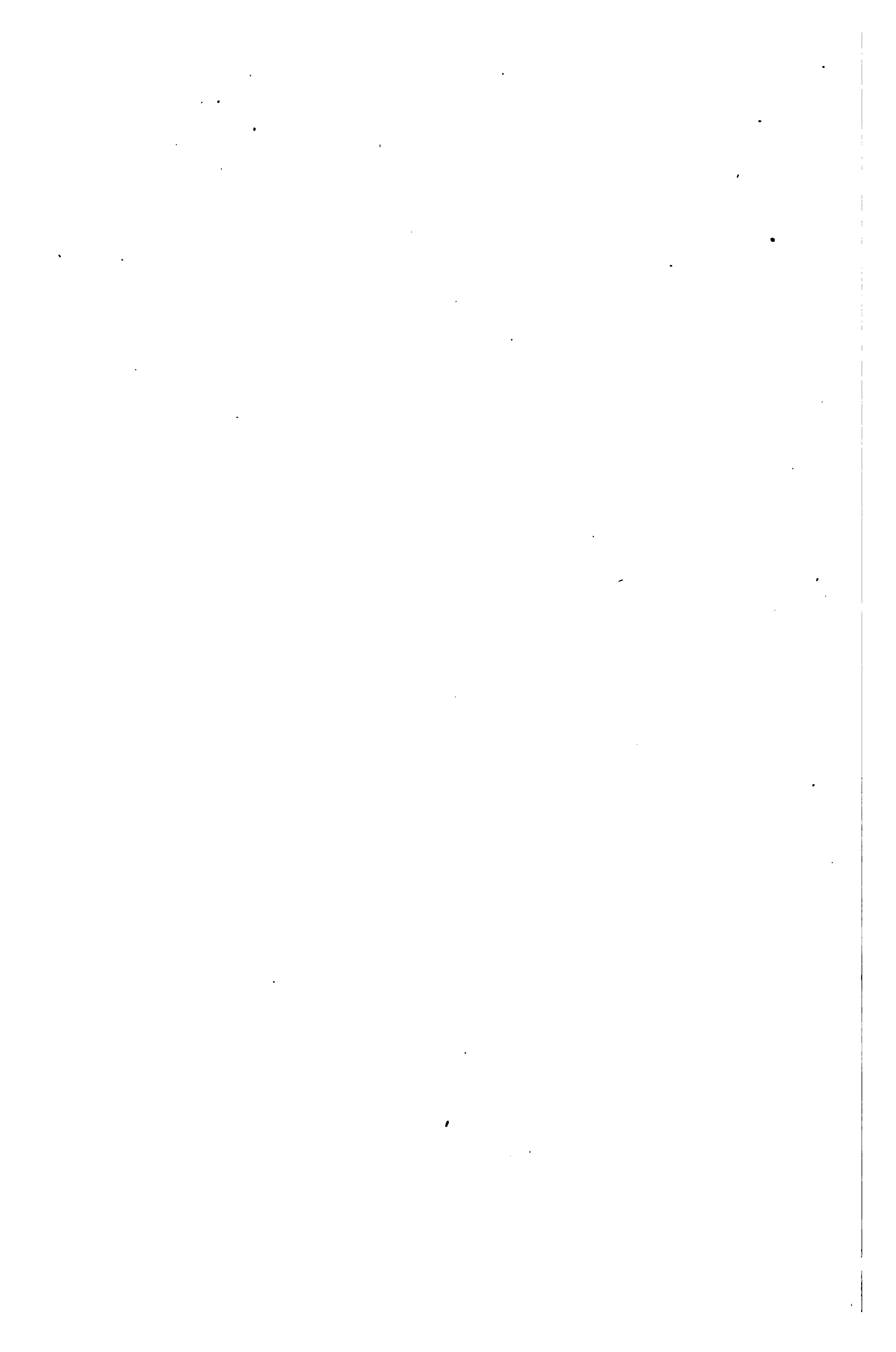





VE RI TAS





Zeitschrift

des

Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Zeitschrift

des

Deutschen Vereins

zur

Förderung der Luftschifffahrt.

Redaction:

Dr. phil. Wilhelm Angerstein

in

BERLIN.

IV. JAHRGANG.

W. H. Kühl

Buchhandlung und Antiquariat

BERLIN 1885.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Alte Jacob-Strasse 134.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

IV. Jahrgang. 1885. Heft I.

Zum vierten Jahrgange.

Als der „Deutsche Verein zur Förderung der Luftschifffahrt" im Jahre 1881 seine Thätigkeit begann, trat den Begründern desselben eine Reihe von Schwierigkeiten entgegen, welche die gewünschten und angestrebten Erfolge von vorn herein wenn nicht ganz in Frage stellen, so doch als erst in entfernterer Zukunft erreichbar erscheinen lassen mussten. Vor allen Dingen erwies sich als die wichtigste und hemmendste Schwierigkeit das weit verbreitete Vorurtheil, welches selbst in wissenschaftlichen Kreisen getheilt wurde, dass die Lenkbarkeit der Luftschiffe ein unlösbares Problem bilde und dass sich nur unklare Köpfe mit der Lösung des Letzteren vergeblich abmühten. Während auf der einen Seite von Persönlichkeiten, deren Namen weltbekannt und deren sehr hohe Stellung in der Armee einen weittragenden Einfluss bedingt, dem jungen Vereine die anregendste Theilnahme entgegengebracht wurde, stellte andererseits in einem angesehenen wissenschaftlichen Vereine ein Redner, der auf seinem Gebiete als eine Autorität betrachtet wird, den Gedanken der lenkbaren Luftschifffahrt als eine unglückliche Verirrung dar, bezeichnete eine grössere politische Zeitung Berlins die damals soeben begründete Zeitschrift des Vereins als ein Kuriosum der periodischen Presse und schüttelten sehr viele, sonst für urtheilsfähig gehaltene, bedächtige Leute darüber den Kopf, dass sich ernste Männer überhaupt mit solchen Dingen beschäftigen, sich einem solchen Vereine anschliessen könnten.

Der Verein hat sich dadurch nicht irre machen lassen und er hat im Laufe der Zeit wenigstens erreicht, dass sein Rath und sein Gutachten vielfach in Anspruch genommen worden ist, nicht allein in Deutschland, sondern weit über dessen Grenzen hinaus, selbst in den fernsten Welttheilen; er hat erreicht, dass man es nicht mehr wagt, über seine Bestrebungen mitleidig zu lächeln, sondern dass die Bedeutung derselben in wissenschaftlichen Kreisen des In- und Auslandes rückhaltlos anerkannt worden ist. Hervorragende fachwissenschaftliche Journale — wir nennen von deutschen nur das „Bayrische Industrie- und Gewerbeblatt", den „Praktischen Maschinenkonstrukteur" etc. —, gelehrte Gesellschaften in England, Russland, Schweden, Norwegen, Spanien, Portugal u. s. f. haben dem Vereine und seiner Thätigkeit ihre Aufmerksamkeit zugewandt und auch die Tagespresse bekundet immer mehr, dass sie ebenfalls die Ueberzeugung gewonnen, wie wenig es noch an der Zeit sei, die Frage der Luftschifffahrt mit dünkelhaftem Ignoriren zu behandeln.

Die Nachwirkungen des Letzteren zeigen sich übrigens in der Tagespresse täglich und der Hochmuth rächt sich in eigenthümlicher Weise. Das Wesen der Luftschifffahrt ist selbst in gebildeten Kreisen noch immer sehr vielen gänzlich unbekannt geblieben, so unbekannt, dass hervorragende politische und dass ferner zur Belehrung des Volkes bestimmte, mit meisterhaften Holzschnitten illustrirte, weitverbreitete Blätter heute noch Aufsätze über die Aëronautik oder aëronautische Erfindungen zum Abdrucke bringen können, deren Verfasser dem Sachkenner in jeder Zeile zeigen, dass sie nicht aus eigener Erfahrung, aus eigenem Wissen heraus, sondern nur etwas zusammen geschrieben haben, was sie anderswo gelesen, aber selbst nicht verstanden hatten. Wer dem phantastischen und unreellen Wesen, sowie der unberufenen Projektenmacherei — all dergleichen macht sich ja leider auf diesem Gebiete nur zu oft bemerkbar — entgegentreten, wer das Volk über einen Gegenstand belehren will, der muss selbst volle Sachkenntniss besitzen, und ... man darf sagen: es ist der Fluch des früheren dünkelhaften Ignorirens, dass die Herausgeber grosser und für die Volksbildung einflussreicher literarischer Unternehmungen selbst heute noch nicht einmal zu wissen scheinen, wie sie den Sachkenner auf dem Gebiete der Luftschifffahrt von dem nur nachschreibenden literarischen Tagelöhner unterscheiden und wo sie den Ersteren finden sollen.

Für den Verein bleibt auch bei der heutigen Lage der Dinge immer noch ein sehr weites Feld der Thätigkeit. Sollen wir jedoch bei dem Beginne des neuen Jahrgangs dieser Zeitschrift auf das bisher Gethane zurückblicken? ... Gestatte man uns, an dieser Stelle einem unserer geehrten Mitarbeiter, der nicht selbst zu den Mitgliedern des Vereines zählt und im Auslande lebt, das Wort zu geben. Derselbe schrieb uns unmittelbar vor dem Schlusse des Jahres 1884 Folgendes:

> Der Deutsche Verein zur Förderung der Luftschifffahrt beendet nunmehr das dritte Jahr seiner Thätigkeit.

Es ist nützlich, an solchem Zeitabschnitte zu überschauen, ob sich die Erwartungen, welche man an die Gründung dieses Vereines knüpfte, im vollen Maasse erfüllten.

Wenn man das Hauptprodukt der Vereinsthätigkeit, dessen dreibändige Zeitschrift, auch nur flüchtig überblickt, so muss sich jeder Unbefangene gestehen, dass in derselben ein kostbares Material niedergelegt ist, welches von den Sammlungen anderer, gleichen Zweck verfolgenden Corporationen in keiner Richtung übertroffen wird. Insbesondere muss hervorgehoben werden, dass der wissenschaftliche Geist sich wie ein rother Faden hindurchschlängelt und mit Beharrlichkeit jene Phantasiegebilde, welche nicht auf gesunder Basis entstanden sind, in den Hintergrund drängt.

Die Zeitschrift enthält eine einzig dastehende Sammlung von erwiesenen Thatsachen, welche über kurz oder lang die Bausteine sein werden, aus welchen das lenkbare Luftschiff entsteht.

Der Verein konnte bisher eine andere, als eine solche sammelnde Thätigkeit nicht entfalten, denn das Material zu einer, den Endzweck erreichenden Handlung, lag bei seinem Entstehen in aller Welt zerstreut, ja war zum Theil noch nicht erdacht.

Erst in nächster Zukunft wird es möglich sein, die jetzt unvermittelt neben einander stehenden Thatsachen so aneinander zu reihen, dass aus denselben ihr innerer Zusammenhang hervorleuchtet, dass sie zu wirklichen Bestandtheilen des Baues werden.

Ob dieser ersehnte Bau bald in Angriff genommen werden kann, hängt davon ab, ob die Naturerscheinung des Vogelfluges durch die erhobenen Thatsachen auf mechanische Grundlagen in kurzer Zeit so klar und gemeinverständlich zurückgeführt werden kann, dass eine grössere Zahl der Anhänger der Flugtechnik von jenen Nothwendigkeiten überzeugt ist, die erfüllt werden müssen, wenn das Werk gelingen soll.

Der Flug erfolgt nur nach Einem Naturgesetz, welches sich durch mehrere Naturerscheinungen dem Auge sichtbar macht. Die Verbindungen der einzelnen Phasen sind so untereinander verknüpft und liegen so verborgen, dass sie schwer zu entdecken sind.

In dem Augenblick aber, wo diese Verbindungen durch gesammelte und untereinander verbundene Thatsachen aufgedeckt sein werden, werden sich mit einem Schlage Nutzanwendungen ergeben, welche bisher auf ewig als dem Gebiete leerer Spekulation angehörig betrachtet wurden.

Die Natur hat gewiss kein Geheimniss, was sie nicht an irgend einem Ort dem scharfen Beobachter klar vor das Auge führt, aber es können ganze Geschlechter von Beobachtern auf einander

folgen, sie sind alle daran, die schönsten Entdeckungen zu machen, und gehen doch daran vorüber.

Dieses unaufmerksame Vorübergehen soll vorzüglich durch die Führung des Vereines hintangehalten werden, indem er von Zeit zu Zeit jene Thatsachen, die sich auf die Luftschifffahrt beziehen und allgemein als richtig anerkannt sind, seinen Angehörigen übersichtlich vor Augen führt.

Der Verein kann selbst ein lenkbares Luftschiff nicht erfinden, aber er kann die Suchenden führen, damit sie sich in dem Labyrinth, welches gewiss einen zum Ziele leitenden Weg enthält, nicht auf Seitenpfade verirren, die nach mühevollem Wandeln an schroffer Felsenwand enden und zur Umkehr zwingen!

Aëronautische Betrachtungen.

Von **Wilhelm Bosse.**

Die siegesfreudigen Nachrichten aus Paris, welche seit einigen Monaten alle Freunde der Luftschifffahrt zu lebhaften Diskussionen anregten, beginnen allgemach zu verstummen. Scrupel und Zweifel treten wieder an Stelle der vermeintlichen Errungenschaften, und die bevorstehende ungünstige Jahreszeit für derlei Versuche wird ein Uebriges beitragen, dass von denselben vorläufig kaum mehr übrig bleibt, als einige Blasen über dem allgemeinen Gährungsprozesse, in welchem sich die Frage der Luftschifffahrt dermalen noch immer befindet.

Wer sich dem Stande der letzteren nicht intensiver genähert, hat wohl kaum eine Ahnung davon, welche prinzipiellen Gegensätze innerhalb derselben noch fortwährend um Geltung ringen, wie die Aërostatiker den Aërodynamikern und umgekehrt diese den Anderen die Unmöglichkeit eines zweckdienlichen Erfolges demonstriren. Aber diese Streitfrage ist keine unfruchtbare: beide Theile sind von der ehrlichen Absicht durchdrungen, etwas Nützliches und Zweckmässiges zu schaffen, und wenn dann dabei die gegenseitigen Ansichten zuweilen hart aufeinanderprallen, da giebt es auch häufig lichtsprühende Funken, welche die Dinge in anderer Beleuchtung erkennen lassen, als in der hergebracht üblichen; neue Gesichtspunkte drängen sich hervor und zeigen die Lücken in der früheren schablonenhaften Behandlung des interessanten Problems.

Zu bedauern ist nur, dass von diesem Kämpfen und Ringen weniger die Licht- als die Schattenseiten zur allgemeinen Kenntniss gelangen, und dass wohl nicht zum mindesten hieraus jene pessimistische Stimmung sich nährt, welche man den Luftschifffahrt-Projekten im Grossen und Ganzen noch immer entgegenbringt. Man kokettirt ja gewissermassen mit einem überlegenen wissenschaftlichen Standpunkte, indem man derselben Ausdruck verleiht, und parirt zugleich den Vorwurf, jene Ueberlegenheit nachweisen zu

müssen. Wohin jedoch derlei prätentiöses Kokettiren zuweilen führt, davon lieferte eine der ersten deutschen illustrirten Zeitungen, die sonst gewöhnlich mit einer anerkennenswerthen objectiven Reserve vorgeht, ein drastisches Beispiel gelegentlich der Beschreibung des Ballons der Herren Renard und Krebs. Hier war wörtlich zu lesen: „Seit undenklichen Zeiten war es ein idealer Wunsch der Menschen, sich frei von der Erde zu erheben etc.; leider jedoch scheiterte die Erfüllung dieses Wunsches immer wieder an der Macht unabänderlicher Naturgesetze. In dieser Erkenntniss hat man jetzt das Gebiet der eigentlichen Flugmaschinen verlassen, und nur müssige Köpfe bemühen sich noch zuweilen, eine derartige Maschine zu construiren. Anders verhält es sich dagegen mit der Lenkbarkeit des Ballons u. s. w.“ Folgt dann die Beschreibung der beigegebenen Illustration, auf welcher genau die Bewegungsrichtung des Ballons ersichtlich ist. Aber trotz dieses Umstandes und der darauf hinweisenden constructiven Anordnungen lässt die Beschreibung den Ballon consequent in umgekehrter Richtung, das heisst nach rückwärts fahren und zeigt damit, auf welch' sonderbarem Fusse sie zu der ganzen Angelegenheit steht. Und bei solcher Oberflächlichkeit stützt man sich auf die Erkenntniss der Macht unabänderlicher Naturgesetze, als ob solche Naturvorgänge von den Gesetzen menschlicher Weisheit schon vollkommen umschrieben wären!

Die Häufigkeit, mit welcher ähnliche hochklingende Phrasen gerade in puncto Luftschifffahrt angewendet und als Deckmantel mangelnden tieferen Einblickes benutzt werden, veranlasst uns, diesem Gegenstande hier etwas näher zu treten. Als seinerzeit von genialen Geistern, wie Galilei, Newton und Anderen jene umfassenden Hypothesen aufgestellt wurden, welche auch heute noch die Grundlagen unserer mechanischen Weltanschauung bilden, da war freilich ein Riesenschritt gegenüber den Standpunkten früherer Zeiten zu verzeichnen. Was sie erkannt haben, ist stehen geblieben; aber wie sie es erkannt haben, hat seither gar mannigfache Wandlungen erfahren. Begriffe und Vorstellungen, die man damals vollkommen zulänglich fand, erwiesen sich später als unklar oder ungenau und mussten durch präcisere ersetzt werden; zufällige Entdeckungen und Erfindungen haben dem inneren Ausbaue des Systems neue und ungeahnte Richtungen gegeben; mit Einem Worte: Unzähliges ist bis nun zu bewusster Erkenntniss gelangt, was vor einem Jahrhundert noch mit wissenschaftlicher Begründung als unmöglich erklärt wurde, obwohl seither von der Macht unabänderlicher Naturgesetze nicht das Geringste escamotirt worden ist. So wenig man vor hundert Jahren sagen konnte, man habe die höchste Stufe menschlicher Erkenntniss erklommen, ebensowenig steht dies der, wenn auch noch so bedeutend vorgeschrittenen Jetztzeit zu, und wenn heute beispielsweise der Vogelflug als etwas wissenschaftlich noch nicht klar Definirbares erscheint, so bedeutet dies nichts Anderes, als dass nur die Art oder die Verhältnisse, wie bekannte Faktoren hier zusammenwirken, noch nicht genau festgestellt sind, in Folge

dessen sich natürlich Jedermann die Dinge je nach seinem individuellen Vorstellungsvermögen mehr oder minder zutreffend zurechtzulegen pflegt. Am bequemsten ist es freilich immer, die Macht unabänderlicher Naturgesetze walten zu lassen, wo der eigene Witz den Forscher im Stiche lässt.

Um nur Ein prägnantes Beispiel aus den letzten Dezennien aufzuführen, welchen Erweiterungen und Vertiefungen die menschliche Erkenntniss fortwährend entgegengeht, sei hier der Erfindung Giffard's gedacht, welche unter der Bezeichnung Injektor oder Dampfstrahlpumpe unsere Dampfkessel mit dem nöthigen Wasserzufluss versorgt. Die Funktion dieser Pumpe vollzog sich unter so eigenthümlichen Umständen, dass dieselbe wahrhaft räthselhaft erschien, und wäre Giffard nicht direkt mit der Thatsache, sondern nur mit einer Beschreibung derselben aufgetreten, so wäre er wahrscheinlich einfach ausgelacht worden. Man musste eben, vielleicht eine Folge dieser Erfindung, sich erst mit jenen Consequenzen des Energiezustandes näher vertraut machen, wie sie insbesondere an flüssigen oder gasförmigen Körpern zu Tage treten, wodurch das Räthselhafte der Erscheinung zu schwinden begann.

Aehnlich wie hier mag es sich seinerzeit mit dem Probleme des dynamischen Fluges verhalten haben. Um jedoch darin vorerst zu einem befriedigenden Resultate zu gelangen, bedarf es vor Allem jener planmässigen Versuche, wie wir dieselben schon wiederholt angeregt und des Näheren bezeichnet haben. Die combinirte Wellenbewegung, um die es sich hier handelt, ist nichts Anderes, als eine möglichst naturgetreue Nachbildung des Vogelfluges unter Umständen, die eine genaue Kontrolirung der gesammten Bewegung ermöglichen. Man wird mittelst derselben im Stande sein, jene dynamischen Momente des Vogelfluges zur Untersuchung und genaueren Erkenntniss zu bringen, welche die wesentlichen Grundbedingungen desselben sind und deren spezielle Theorie nur deswegen als unzugänglich betrachtet wird, weil eben noch gar keine verlässlichen Erfahrungen auf diesem Gebiete gesammelt worden sind. Das beliebte Herumkutschiren in der Luft mittelst Ballons, selbst wenn es sich bis zu einem bescheidenen Grade durchführen lässt, wird in dieser Beziehung blutwenig Aufschluss geben, weil es sich auf Faktoren stützt, welche in direktem Gegensatze zur dynamischen Luftschiffahrt stehen.

Vielleicht erscheint es auch angemessen, eines Punktes zu erwähnen, der gewöhnlich als spezifisches Schreckmittel gegen dynamische Luftschifffahrtversuche in's Treffen geführt wird: Es ist dies der Punkt des Halsbrechens. Hiergegen lässt sich für empfindsame Gemüther zunächst das bewährte Mittel empfehlen, überhaupt nicht höher aufzusteigen, als man schlimmstenfalls herunterfallen will, da es sich ja der Hauptsache nach weniger darum handelt, in die Höhe, als horizontal zu fliegen; im Uebrigen aber birgt gerade der Luftweg nicht eine von jenen vielfachen Gefahren und Hindernissen, welche beispielsweise auf dem Landwege beachtet werden müssen und welche sich in den meisten Fällen als die Ursachen

jener unheilvollen Katastrophen herausstellen, die dann und wann die ganze Mitwelt in Schrecken versetzen.

Mögen darum diese wenigen Bemerkungen beitragen, günstigere Anschauungen über ein vielverlästertes Problem zu verbreiten und demselben neue Freunde und Förderer zuführen; mögen sie mitwirken, traditionelle Vorurtheile zu beseitigen und dafür jene Ueberzeugung zu befestigen, welche sich in den Worten ausdrückt: Wir werden fliegen, wenn wir wahrhaft wollen.

Wien, im Dezember 1884.

Die Beziehungen zwischen dem Luftschiff von Meudon und seinen Vorgängern.

Der Sturm der Begeisterung, welchen die Meudoner Fahrt vom 9. August vorigen Jahres erregt hatte, hat sich mehr und mehr gelegt und lässt daher seine Ursache in immer klarerer Form vor unser Auge treten. „Das Problem ist gelöst“! wurde vor noch kurzer Zeit ausgerufen und doch finden wir jetzt, dass wir in Wahrheit nur einen Schritt vorwärts gekommen sind. Einen bedeutenden Schritt allerdings insofern, als durch ihn die Berechnungen jahrelanger Arbeiten ihren Beweis gefunden haben und damit das Achselzucken der urtheilslosen Menge in seiner Flachheit offenbar geworden ist. Nirgends sind die Worte unseres greisen Feldherrn: „erst wäg's, dann wag's“! ebenso beherzigenswerth, als in der Luftschifffahrt. Ein schnelles Urtheil ist hier nicht am Platze. Es entscheidet hier die Rechnung über die theoretische Möglichkeit, das Experiment über den Erfolg. Die Erfahrung über technische Ausführbarkeit ist in der Aëronautik nicht anzuziehen, da gerade hierin erfinderische Köpfe oft unmöglich Geglaubtes zu Stande gebracht haben. Freilich geht immer der sicherste Weg über die Erfahrungen der Vorgänger, und wie die Hauptleute Renard und Krebs es verstanden haben, sich diese in genialer Weise zu Nutze zu machen, wie sie durch ihre fleissige Arbeit die Aëronautik gefördert haben, soll in Folgendem näher entwickelt werden. Es ist allgemein bekannt, dass in Meudon schon unter dem Direktorium des Oberst Laussedat die Construction lenkbarer Aërostaten ins Auge gefasst wurde.

Was selbst jedem Laien das Gefühl eingiebt, dass die Propellerschraube in der Mittelachse des Ballons sitzen müsse, wurde in den Vordergrund gestellt. Der Umstand jedoch, dass Giffard bereits mit wenig Glück derartige Constructionen versucht hatte, liess wohl diese Construction nicht zur Ausführung gelangen, es ist wenigstens Näheres über diesbezügliche Versuche nicht bekannt geworden. Da man nun hiervon Abstand nehmen musste, wollte man doch die Vortheile der Mittelachse annähernd erreichen. Die Mittelpunkte des Angriffs der Kraft und des Widerstandes sollten wenigstens möglichst nahe gebracht werden. Es hatte sich ja doch bei Giffard, Dupuy

de Lôme und Tissandier gezeigt, dass bei ihrer grossen Entfernung der Gondel mit dem Motor von der Ballonachse, bei Wirkung des Letzteren, der Schwerpunkt des ganzen Apparates, den man sich in der durch den Angriffspunkt des Auftriebes gelegten Vertikalen denken muss, verschoben wird. Diese Verschiebung musste, da sie der ausgiebigen Kraftausnutzung des Motors gewidmet ist, vor allem auf ein Minimum beschränkt werden, d. h. also: die Gondel mit dem Motor musste so nah wie möglich an den Ballonkörper herangebracht werden. In Frankreich hatte man vor Renard diese Anordnung niemals in der Weise ausgeführt. Wir haben bei uns eigentlich gleich damit begonnen, denn wir haben bei Haenlein's erstem Modell sowohl wie bei seinem grossen Ballon den Propeller dicht unter dem Ballon gehabt. In derselben Weise hatten auch Bell in England und Rufus Porter und Mariott in Amerika ihre Ballons gebaut.

Ein fernerer sehr wichtiger Punkt betrifft die Gestalt des Gasträgers. Dass für einen lenkbaren Ballon mehr eine längliche Form als die Kugel geeignet sei, wusste man bereits vor hundert Jahren. Man benutzte meist die Cylinderform mit kugel- oder kegelförmigen Eienden, projektirte auch vielfach die sogenannte Fischform, die am besten mit einem flachgedrückten Ei verglichen werden kann. Giffard führte alsdann zuerst die Spindelform ein, welche man durch Rotation eines Kreisbogentheiles um seine Sehne erhält. Wir sehen wieder Dupuy de Lôme und Tissandier sich ängstlich an das Alte anklammern. Die Meudoner haben hier den alten Zopf abgelegt und sind mit einer vollständig neuen Form der Welt vor Augen getreten. Ist diese aber ihre Erfindung? Die Frage möchten wir noch etwas näher beleuchten. Zunächst bieten die Versuche, welche auf den Artillerie-Schiessplätzen aller Nationen gemacht worden sind, für den Aëronauten einen gewissen Anhalt bezüglich ihrer Ballonform. Es kommen bei dem fliegenden Langgeschoss genau dieselben Gesetze zur Geltung wie bei einem Ballon mit Eigenbewegung, sie sind nur modficirt durch die sehr viel geringere Geschwindigkeit des Ballons und vereinfacht durch die beständig horizontale Lage, in welcher sich der Aërostat in seinem Gleichgewichte befindet.

Wir haben es bereits früher erwähnt, wie von dieser Seite die sogenannte „Tropfenform“ empirisch als günstigste befunden worden ist und dass nur anderweitige technische Bedenken die durch sie erlangten Vortheile wieder zu nichte machten. Abgesehen davon hatte Haenlein eine Form aus der Nautik abgeleitet, welche ebenfalls diese Tropfenform repräsentirt. Schon sein Brünner Aërostat war durch Rotation der unter Wasser liegenden Kiellinienfigur eines Schiffes entstanden. Der Aërostat glich jedoch damals mehr einer Walze mit zwei verschiedenen sonderbar geschweiften Spitzen. Herr Haenlein hat aber inzwischen nicht aufgehört, sein Luftschiff auf dem Papier zu vervollkommnen. Infolge dessen erschien im Jahre 1874 von ihm ein neues Projekt*), mit welchem das Meudoner Luftschiff einen eigenthümlichen Grad

*) Siehe den praktischen Maschinen-Konstrukteur 1874, No. 23, 24.

von Verwandtschaft gleich auf den ersten Blick zeigt. Während nämlich Haenlein in der ausgeführten Form die Kiellinie eines Schleppkahnes zu Grunde gelegt hat, nahm er in diesem neueren Projekt die eines Seeschiffes und erhielt dadurch im ersteren Drittel der Länge den grössten Querschnitt des Ballonkörpers, während nach vorne und hinten eine stetige Verjüngung eintrat. Diese Form hatte 50,4 m Länge und 9,2 grössten Durchmesser; das Meudoner bekanntlich 50,4 m Länge und 8,4 grössten Durchmesser. Von den übrigen Constructeuren blieben Bell und unser Dr. Wölfert beim Alten, Baumgarten und die Amerikaner dagegen adoptirten die Spindelform Giffard's. Wir ersehen demnach, dass die Franzosen hierin nur einen von Deutschland ausgegangenen Gedanken verwirklicht haben. Zur gleichmässigen Vertheilung der Last an dem Gaskörper bediente sich Giffard anfangs einer parallel der Achse des Ballons unter demselben laufenden langen Holztraverse. Auf dieser Traverse waren die Auslaufleinen des Netzes, nachdem sie unter gleichem Winkel an einem, über derselben hängenden Tau sich vereinigt hatten, und die Aufhängeleinen der Gondel befestigt. Bei seinem zweiten Versuch legte Giffard diese Versteifung als Rippe oben in das Netz. Dupuy de Lôme bedurfte solcher Anordnung nicht, weil sein Aërostat verhältnissmässig kurz war, seine Gondel mit den herausragenden Tragbäumen dagegen ziemlich lang und weil letztere zudem noch ziemlich tief hing, der Zug der Trageleinen sich also mehr der Vertikalen näherte. Tissandier hielt sich dagegen in seinem ersten Modell genau an Giffard. Erst bei dem Bau seines grossen Ballons ersetzte er die Holztraverse, indem er sie ähnlich Giffard als einen Aequator um den Ballon herumlegte; die Auslaufleinen seines Netzhemdes befestigte er jedoch erst an einem ovalen Ring, welcher zugleich als Träger des Gondelgestells diente. Während nun die oben Erwähnten alle die Gondel tief unter dem Ballon hängen liessen, brachte Bell zuerst beide in eine enge und starre Verbindung. Am unteren Theil seines Ballons war mit dem Seidenbandnetz fest verschnürt ein kunstvolles Gestell aus Metallröhren. Dieses bog sich nach vorn und hinten zu den Spitzen des Ballons herauf. Dicht hieran befestigte er dann die lange korbähnliche Gondel. Von den Amerikanern kann über diesen Punkt nicht gesprochen werden, weil ihre Constructionen beim Modell stehen geblieben sind, an welchem ja Vieles leichter ausführbar ist. Haenlein führte das Princip Bell's weiter aus. Sein langer Ballon erhielt einen beinahe dicht anliegenden Holzrahmen, welcher die Verbindung zwischen dem Netz und der kurzen Gondel vermittelte. Dieser Rahmen nun hat sich bei Renard-Krebs in eine gleich lange Gondel umgewandelt, bei welcher in den Details der Ausführung gleichfalls der Luftwiderstand sorgfältig berücksichtigt worden ist. Betrachten wir nun aber Haenlein's Ballon von 1874, so finden wir hier den Rahmen ebenfalls fortgelassen, statt dessen jedoch 3 Gondeln, welche unter sich durch Bambusstangen derartig verbunden sind, dass das Ganze den Eindruck einer einzigen sich unter der Länge des Ballons hinziehenden Gondel macht. Wir haben hier bei Renard-Krebs eine Verbesserung;

der Gedanke lag aber nahe, wenn sie Haenlein's Projekt gekannt hatten. In der Takelage haben die Franzosen durch die Einführung des Netzhemdes wohl einen Fortschritt gemacht, der der Nachahmung auch bei uns würdig wäre.

Dupuy de Lôme führte diesen Gedanken zuerst aus, ebenso das doppelte Auslaufnetz, um die Schwankungen der Gondel zu beschränken. Letztere haben Renard-Krebs durch eine entsprechende Netzconstruction mittelst einer Verschnürung der Gasblase an der Gondel von vorn nach hinten bewerkstelligt, wie es in ähnlicher Weise Haenlein angedeutet hat. Die Einschnürung des Ballons hat sich dadurch verbessert, dass Renard hier das Hemde mit zu Hülfe genommen hat, während Tissandier sich bei seiner kürzeren Decke mit Bändern für Festhaltung derselben in ihrer Lage begnügte. Dass die Schwere der Last und Wölbung der Form hierfür nicht ausreichend ist, hatte Giffard bei seinem zweiten Aërostaten 1855 bei der Landung erfahren müssen. Hierbei lenkte sich die Ballonspitze nach unten, und das darauf liegende deckenartige Netz mit Gondel glitt ab in die Tiefe. Der geringen Höhe hatte der geniale Constructeur es nur zu verdanken, wenn er mit dem Leben davon kam.

Unbestreitbar ist der Motor das Schmerzenskind der Meudoner gewesen und man darf gewiss behaupten, er ist es noch heute. Man hat einigen Erfolg damit errungen, aber es kann sicher angenommen werden, dass dieser ihre Erfinder selbst noch sehr wenig befriedigt. Französische Zeitungen haben häufig von kurzer Arbeitsleistung, grosser Schwere und hohem Preise gesprochen und das Aufsteigen bei windstillem Wetter, die zweite verunglückte Fahrt, das vorsichtige Verweilen in niederen Luftschichten, sind nicht minder gewichtige Beläge dafür, dass es hier noch sehr viel zu verbessern giebt. Giffard wandte zuerst die Dampfmaschine an. Bei der weiten Entfernung seiner Gondel vom Ballon war von Feuersgefahr allerdings nicht leicht die Rede. Dupuy de Lôme, Bell, Baumgarten, Wölfert versuchten es mit Menschenkräften, jedoch mit geringem Erfolg. Haenlein nahm die Lenoir'sche Gasmaschine und Tissandier eine durch Chromsäurebatterien gespeiste Elektrodynamo-Maschine. In Meudon dachte man anfangs an eine Dampfmaschine, und es wandte sich zu diesem Zweck Kapitain Renard an den General Du Temple, der in Cherbourg eine Kesselschmiede besass, welche sich vornehmlich mit Herstellung leichter Motoren befasste. Man wandte sich indess bald davon ab. Es muss nun für uns von ganz besonderem Interesse sein, zu vernehmen, wie die Meudoner darnach sich vergeblich bemüht haben, eine Gasmaschine zu construiren. Jetzt erscheinen ihnen diese Trauben allerdings sauer. Im „Spectateur militaire“, September 1884, sagt W. Fonvielle darüber: „Als Tissandier sein Patent nahm, und den Ballon mittelst aus Batterien oder Akkumulatoren entnommener elektrischer Kraft lenken wollte, waren die Meudôner Luftschiffer mit fruchtlosen Versuchen beschäftigt, deren Idee sie aus Deutschland entnommen hatten. Statt einer Dampfmaschine wollten sie eine Gasmaschine construiren, d. h. einen schweren

ungeschickten Apparat, der beständig den Auftrieb des Aërostaten vermindert und Feuersgefahr nach sich zieht, weil dasselbe bei jedem Hub durch eine Induktionsmaschine gegeben wird. Sie beeilten sich von dieser deutschen und verfehlten (bâtarde) Kombination Abstand zu nehmen, als Gaston Tissandier auf der elektrischen Ausstellung seinen elektrischen Ballon präsentirte.“

Trotzdem der französische Gelehrte nun diese Idee unseres Haenlein eine „bâtarde“ nannte, fährt er bald darauf folgendermaassen fort: „Es sei mir gestattet, hinzuzufügen, dass die Meudoner Luftschiffer niemals hätten auf die Gasmaschine verzichten zu brauchen, wenn sie es der Mühe für werth erachtet hätten, Henri Giffard um Rath zu fragen. In der That würde dieser berühmte Ingenieur ihnen gezeigt haben, dass es sehr einfach war, unter dem Kessel der Dampfmaschine eine Quantität Gas zu verbrennen, bei der die verbrauchte Menge dem Verlust des Wassers entspricht, das man nicht wieder kondensiren konnte“ etc.

Er führt also diese Idee in der Richtung aus, dass er das Gas als Feuerungsmaterial für die Dampfmaschine demnach indirekt wirken lassen will. Wunderbar erscheint es, dass Giffard von der französischen Regierung stets beiseite geschoben worden ist; er war unstreitig der talentvollste der französischen Ballon-Constructeure.

Wir haben im Vorhergehenden einige Male auf die Verwandtschaft des Meudoner Luftschiffes mit dem Haenlein'schen Projekt von 1874 hingewiesen. Nach den oben citirten Worten will es uns scheinen, als ob sie dieses wirklich in vielen wesentlichen Punkten ihrer Constructeure stark beeinflusst hätte. Es wäre thöricht, sich hierüber um Erfindungen streiten zu wollen, wie es stets bei solchen epochemachenden Ereignissen zu geschehen pflegt. Wir ziehen das Verdienst der beiden Offiziere dadurch nicht herunter, dass wir die Beziehungen ihrer Construction zu ihren Vorgängern aufsuchen; es scheint uns vielmehr das einzig Richtige zu sein, dass nicht die Nationen abgeschlossen für sich an dem lenkbaren Luftschiffe arbeiten, sondern dass jede die Erfahrungen und Ideen der anderen benutze. Die Seltenheit der Experimente bedingt die Internationalisirung dieser Aufgabe. Dass die vorzüglichen Berechnungen und Erfahrungen Dupuy de Lôme's zu Grunde gelegt worden sind, haben die Hauptleute Renard und Krebs eingestanden. Den Einfluss des Haenlein'schen Projektes verbietet ihnen die National-Eitelkeit auszusprechen. Es macht ausserdem den Eindruck, als ob sie, was den Haenlein'schen Gasmotor anbelangt, nicht zu Stande gekommen sind.

Nichts kam ihnen demnach gelegener, als der elektrische Motor Tissandier's. Es lässt sich hieraus schliessen, dass ihr Motor auch in seiner technischen Ausführung ziemlich dem Tissandier'schen gleicht. Was letzterer nur nicht vermochte unter Berücksichtigung der hohen Ausgaben, war dem Institute des Staates möglich. Sein grösster Nachtheil liegt ausser in den bedeutenden Arbeitskosten in seiner Schwere und kurzen Arbeitsdauer. Die Frage: Elektromotor oder Gasmaschine, dürfte noch lange nicht entschieden sein.

Der zweiflügelige Propeller hat eine Verbesserung durch eine Krümmung der Schaufelflächen erfahren. Die Art der Abnehmbarkeit derselben von der Achse ist jedenfalls entsprechend der bei Dupuy de Lôme eingerichtet. Ein dem Renard'schen Luftschiff eigenthümlicher Fortschritt liegt in dem körperförmigen Steuer. Tissandier hatte bei seinem Segelsteuer viel darüber zu klagen, dass der Wind es trotz der Spannung einseitig aufbauschte, und der Aërostat diesem Drucke alsdann durch ein Drehen um seine Vertikalaxe Folge leistete. Diese Uebelstände sind durch die oktaëderartige Gestalt des Steuerruders vollständig beseitigt. Die durch die Schmalheit der Gondel nöthig gewordene Art der Führung der Steuerleinen über zwei horizontal nach beiden Seiten herausragenden Brettern, scheint zur Erhöhung der Manöverirfähigkeit bedeutend beizutragen. Auf die Vortheile, die Propellerschraube vorn anzubringen, ist schon häufig hingewiesen worden; es sei hier daher nur kurz erwähnt, dass auch Haenlein bei seinem ersten Modell im December 1870 bereits diese Anordnung getroffen hatte.

Ueber den difficilsten Punkt der ganzen Construction, die Erhaltung der Stabilität der Horizontalaxe, lässt sich leider nicht in dem Umfange ein Urtheil fassen, wie es das Interesse hierfür wünschenswerth macht, weil über das Innere des Ballons und der Gondel von Renard-Krebs uns jegliche Angaben fehlen. Es ist klar, dass die Anordnung respective Form der Luftblase mit der Belastung der Gondel in einem bestimmten Verhältniss stehen muss, um das Gleichgewicht zu erhalten. Hierzu bedarf es dann auch vor allen Dingen einer Anordnung, dass die Gondel zum Ballon stets in derselben Lage bleiben muss, welche, wie wir oben gesehen, durch die Netzconstruction und feste Einschnürung des Ballons erreicht worden ist. Immerhin kann eine Störung des Gleichgewichtes eintreten, wenn die Expansion des Gases eine theilweise Entleerung der Luftblase nöthig macht, oder wenn die Insassen sich von einem Ende der Gondel zum anderen begeben. Es macht dies die Fahrt besonders gefahrvoll, weil die kleinste Unaufmerksamkeit hierbei sehr leicht eine Katastrophe im Gefolge haben kann. Für solche Fälle haben denn die Meudoner das ganz einfache Mittel eines Laufgewichtes angewendet.

Haenlein bedurfte dieser Einrichtung weniger, weil bei ihm die Last bei den drei kleinen Gondeln an ihrer Stelle gefesselt war, und hier aus allen dreien mit gleichem Druck die in Verbindung stehenden Luftblasen gefüllt gehalten wurden. Auch der Gas- und Ballast-Consum musste bei gleicher Arbeit der drei Maschinen derselbe sein. Trotzdem würde aber auch hier das Laufgewicht wohl zu adoptiren sein, weil immerhin der Fall eintreten könnte, dass eine Maschine ausser Funktion treten muss und es zweifelhaft erscheinen kann, ob durch das schmale Verbindungsstück hindurch die Wirkung der übrigen Ventilatoren zum ferneren Gefüllthalten des betreffenden Ballonets kräftig genug sein wird. Letzteres dürfte zumal in Frage kommen, wenn es gerade die dem Luftdruck entgegenstehende Spitze ist, welcher ein derartiges Unglück zustossen sollte.

Fonvielle spricht noch von ganz besonderen Mitteln des Meudoner Luftschiffes, um das etwa gestörte Gleichgewicht wieder in Ordnung zu bringen. Er lässt sich darüber unter Anderem mit Bezug auf Deutschland zu folgenden Worten hinreissen:

„Ich werde über diesen ohne Zweifel genialen Fortschritt keine Andeutung machen, indess bin ich gespannt, wie ihn die Deutschen nachahmen werden. Ich möchte ihre Militär-Luftschiffer, die bereits durch so vielfachen Dienst (soins) in Anspruch genommen sind, einmal die Manöver ausführen sehen, welche analog denen eines Blondin auf seinem Kabel sind. Sicherlich würde ich die Ikarusse von Berlin mehr wie einmal einen Ueberschlag machen und sie gleich Vulkan vom Himmel herabstürzen sehen in die Tiefe.“

Unsere guten Nachbaren sollten doch wahrlich mit der Zeit schon eine bessere Meinung von uns bekommen haben und sich nicht zu so thörichten Aeusserungen verleiten lassen, als ob unsere deutschen Techniker nicht viel besser mit den Gesetzen des Gleichgewichts zu rechnen verständen wie sie selbst. Freilich haben wir bis jetzt nur einen Ballon-Techniker in Herrn Haenlein besessen, welcher der schwierigen Aufgabe aber vielmal mehr gewachsen zu sein scheint, als die vier französischen Constructeure zusammen. Das glauben wir und wird auch der Leser bei dem Vergleich ihrer Aërostaten empfunden haben. Weshalb sind sie sonst erst jetzt auf die Grundprincipien gekommen, welche bei uns vor zehn Jahren feststanden? Es liegt demnach kein Grund für unsere westlichen Nachbaren vor, sich auf das hohe Pferd zu setzen. Wir haben seit jener Zeit unsere Projekte ebenfalls bedeutend verbessert und sie dürften sich wundern, die Ikarusse Berlins seiner Zeit ganz sicher und viel länger und schneller in den Lüften fliegen zu sehen. (Wir möchten nicht verabsäumen, Herrn Fonvielle dazu einzuladen.) Unsere anderen Constructeure, Baumgarten, Wölfert, Wolf etc., dürfen wir allerdings nicht in die Reihe der Techniker erheben. Sie waren begeisterte Amateurs, welche ihr Letztes für die Sache hingaben. Ihnen muss daher mancher Fehler nachgesehen werden. Im Interesse der Aëronautik würden aber alle diese Herren handeln, wenn sie für ihre Experimente auf den Rath tüchtiger Techniker hörten, anstatt ihren Ruf und ihr Geld ihrer Eitelkeit wegen auf's Spiel zu setzen. Arco.

Der Kraftaufwand der Vögel beim Fliegen.

Von Dr. Karl Müllenhoff.

Die Frage nach der Grösse der zum Fluge erforderlichen Kraft ist eine der wichtigsten Fragen für Diejenigen, welche glauben, dass das Ziel der Aëronautik durch Construction von dynamischen Flugapparaten erreicht werden müsse. Diese Frage ist daher auch schon sehr oft behandelt und es ist dabei vielfach berechnet worden, dass die von den Flugthieren, zumal den Vögeln,

aufgewandte Kraft ganz ausserordentlich gross sei. Sowohl von Borelli wie von vielen neueren Forschern ist berechnet worden, dass die Flugthiere eine ganz riesige Kraft für ihre Fortbewegung zur Verfügung haben müssten.

Sollten die Resultate dieser Forscher richtig sein, so würde dadurch nicht nur bewiesen, dass das Problem des selbstständigen Fluges für den Menschen ganz unlösbar wäre, sondern es würde selbst sehr unwahrscheinlich gemacht, dass der Mensch je mit Maschinen diese so vielen Thieren mögliche Beförderung vermittelst des dynamischen Fluges nachzuahmen im Stande sein sollte.

Es ist daher gewiss von Wichtigkeit, die Leistungsfähigkeit der thierischen Maschine, d. h. ihrer Muskeln, zu untersuchen, zu prüfen, ob in der That die Flugthiere die gehenden und schwimmenden Thiere durch ihre Kraftleistungen übertreffen.

Die Leistungsfähigkeit der Muskeln der Vögel ist in neuerer Zeit durch Marey, die der Säugethiere durch Rosenthal und Koster, die der Mollusken und Krebse durch Plateau untersucht worden.

Die Messungen ergaben als Maximalleistung für die Vögel etwa 1,2 bis 1,4 Kilogramm Spannung pro Quadratcentimeter des Muskelquerschnittes. Diese Zahlen, die für die Muskeln der Vögel erhalten wurden, sind nicht höher, sondern eher niedriger, als die für die anderen Thiere erhaltenen Werthe.

Vergleicht man den Vogel mit einer Dampfmaschine, so erscheint die Höhe des Maximaldruckes der Muskeln gleich dem in einem Dampfcylinder, der eine bis anderthalb Atmosphären Druck hat.

Diese Höhe der Spannung, die *force absolue* oder *force statique*, wie sie bei den Franzosen heisst, ist eine der wichtigsten Constanten für die Bestimmung der Leistung des Gesammtapparates, der „*machine animale*", doch giebt sie nicht direkt ein Maass für die Grösse der Arbeit und den Effekt der Kraft; sie giebt nur die Intensität der Spannung (P) an.

Multiplicirt man P mit der Grösse des Muskelquerschnittes, ausgedrückt in Quadratcentimeter (q), so erhält man in dem Produkte die Grösse des Druckes, der durch den Muskel geleistet werden kann ($D = P \cdot q$).

Um nun die Arbeit, die der einzelne Muskel bei seiner Zusammenziehung leistet, zu bestimmen, muss man ausser D noch die Weite der Excursion desselben kennen. Diese Excursionsweite (s) ist nun, wie die Messungen zeigen, bei den verschiedenen Thieren nur von der Länge der Muskeln (l) abhängig; die Excursionsweite beträgt etwa $1/3$ von der Länge des Muskels. Demgemäss ist die Arbeit

$$A = D \cdot s$$
$$= P \cdot q \cdot \frac{l}{3}$$

Da nun das specifische Gewicht der Muskeln überall dasselbe ist, so ist das Gewicht des Muskels $P = q \cdot l \cdot \text{const.}$; es ist demgemäss, da P eine Constante ist, auch $A = P \cdot \text{const.}$, d. h. die Arbeitsleistung eines Muskels ist nur abhängig von seinem Gewichte.

Dieser Ausdruck für die Grösse der Arbeitsleistung ist von der Zeit vollkommen unabhängig.

Suchen wir jetzt die Grösse der in der Zeiteinheit möglichen Arbeitsleistung, d. h. den Effekt der Kraft (K) des Muskels, so müssen wir die Zeitdauer der einzelnen Muskeloscillationen mit in die Rechnung einführen.

Die Zahl der in der Zeiteinheit (der Sekunde) auszuführenden Oscillationen (n) ist nun umgekehrt proportional der Muskellänge (l); die Geschwindigkeit der Muskelkontraktion (c) ist demgemäss

$$c = n \cdot s$$
$$= n \cdot \frac{l}{3}$$

Es ist also hiernach möglich, die Grösse der durch die Muskeln zu liefernden Effekte der Kraft zu berechnen. ($K = D \cdot c$.) Diese Berechnungen ergeben, dass die Grösse der in der Zeiteinheit geleisteten Arbeit beim Fluge eine sehr geringe ist, dass sie nicht oder doch wenig grösser ist, als die beim Gehen auf festem Boden geleistete Arbeit.

Mit diesem Resultate steht im Einklange, dass, wie die Wägungen zeigten, das Gewicht der Tauben vor und nach grossen Wettflügen fast ganz unverändert war; nach einem Fluge von 300 bis 400 Kilometer hatten sie nur wenige Gramme abgenommen. Es ist dieses nur erklärlich, wenn die Flugarbeit einen ausserordentlich geringen Kraftaufwand nöthig macht.

Benutzung des Ammoniakgases zur Füllung des Luftballons.

Die Benutzung des Ammoniakgases zur Füllung des Luftballons ist im Deutschen Verein zur Förderung der Luftschifffahrt wiederholt angeregt und diskutirt worden. Eine bemerkenswerthe Aeusserung darüber von Herrn Chemiker Ziem fand im VIII. Heft, Seite 234 des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift Aufnahme. Hieran anknüpfend sandte Herr Cand. Mewes, der sich zur Zeit in Mahlwinkel aufhielt, unter dem 24. November v. J. der Redaktion folgende briefliche Bemerkungen:

In dem Aufsatze „Benutzung des Ammoniakgases zur Füllung der Luftballons“ hat Herr Ziem zu meinem Bedauern einzelne Fragen von theils wesentlicher, theils nebensächlicher Bedeutung nicht näher berücksichtigt. Hätte ich nicht erst heute den Aufsatz erhalten, so würde ich meine diesbezüglichen Bemerkungen bereits früher eingesandt haben, da ich ebenso wie Herr Ziem wegen der leichten Absorbirungsfähigkeit des Ammoniaks dasselbe zur Ballonfüllung in's Auge gefasst und zu verwerthen gedacht habe. Freilich wollte ich nicht Wasser, sondern Chlorcalcium ($Ca\,Cl^2$) zu diesem Zwecke benutzen, wie ich Herrn Ziem bereits bei der ersten Diskutirung dieser Frage mittheilte, und das durch Absorption entstandene Pulver von der Zusammensetzung $Ca\,Cl^2 + 8\,N\,H_3$ behufs Füllung des Ballons erwärmen.

Im Anschluss hieran möchte ich darauf hinweisen, dass auch bei der Benutzung von Wasser bei der Ballonfüllung eine Wärmezufuhr wird stattfinden müssen, weil sonst die Ammoniakflüssigkeit infolge der Verdunstungskälte leicht gefrieren und so

die Füllungsdauer verlängern könnte. Ferner dürfte es sich auf diesem Wege kaum vermeiden lassen, dass auch ein Bruchtheil an Wasserdämpfen mit entweicht und später durch Condensation und Absorption die Tragfähigkeit vermindert. Leider kann ich über die Menge der mit entweichenden Wasserdämpfe keine bestimmten Grössenangaben machen, weil ich darüber in meinem „Lehrbuch der Chemie von Rosive und Schorlemmer" nichts Genaues finde.

Indessen ist dies nur von geringer Bedeutung; die Hauptschwierigkeit bei der Verwendung des Ammoniaks liegt darin, zu verhindern, dass das Ammoniak die Ballonhülle angreift. Ueber diesen Punkt äusserte sich in der erwähnten Diskussion Herr Ziem dahin, dass man Hüllen aus Pflanzenfasern benutzen müsste, da dieselben von jenem sonst so ätzenden Gase nicht beschädigt würden. Möglicherweise liesse sich dies bedeutende Hinderniss durch Verwerthung eines geeigneten Firnisses beseitigen; indessen glaube ich nicht Chemiker genug zu sein, um hierzu wirklich praktisch brauchbare Vorschläge sogleich machen zu können, und will daher nur darauf nochmals hinweisen.

Ein anderer Umstand, der mir einiges Bedenken einflösst, ist der, dass die Ammoniaklösung unter höherem Druck als derjenige der Atmosphäre geschehen soll, denn infolge dieser Art der Füllung der Transportbehälter, dürfte wegen unvermeidlicher Temperaturschwankungen der innere Gasdruck so stark werden können, dass die Reservoirs zerspringen. Man müsste schon, um eine solche Gefahr zu vermeiden, die Behälter ausserordentlich stark konstruiren, wodurch sich das Gewicht jedoch erheblich vermehren würde. Bei Verwendung des Chlorcalium hat man dergleichen nicht zu befürchten, hingegen aber den Nachtheil mit in den Kauf zu nehmen, dass das Pulver $CaCl^2 + 8 NH_3$ ein ziemlich bedeutendes Volumen einnimmt, wie mir Herr Ziem gelegentlich unserer Rücksprache über den vorliegenden Gegenstand versicherte.

Die Versuche, welche ich in dieser Hinsicht anzustellen die Absicht hatte, konnte ich wegen Mangel an Zeit nicht ausführen. Ein Uebelstand, der sich beim Ammoniak gar nicht umgehen lässt, ist das hohe specifische Gewicht desselben. Dieser Uebelstand führte mich bei meinem Bestreben, auf billige Weise Ammoniak aus atmosphärischem Stickstoff und Wasserstoff herzustellen, darauf, dass einige Metalle die Fähigkeit besitzen, Wasserstoff in grosser Menge absorbiren und beim Erwärmen wieder abgeben zu können. Das Metall, das ich hierfür zuerst in Aussicht nahm, war Palladium und zwar im fein vertheiltem Zustande als Palladiummohr. Indessen dürfte der hohe Preis des Palladiums — ein Kilogramm kostet ungefähr 4000 Mark — sowie das grosse Gewicht des zu benutzenden Materials diese Absicht als kaum praktisch verwendbar erscheinen lassen. Beim Suchen nach einem leichteren Material fand sich mit Ausnahme fein zertheilter Kohle nur noch das Kalium und das Natrium zu berücksichtigen. Von den beiden letzteren verdient ohne Zweifel das Natrium wegen seines geringeren Atomgewichtes und seiner grösseren Wohlfeilheit den Vorzug. Dasselbe absorbirt ebenso wie Palladium und Kalium in hohem Masse Wasserstoffgas und geht damit gleichfalls eine chemische Verbindung von der Zusammensetzung Na^2H ein. Während die Palladiumverbindung Pd^2H bereits bei 130° anfängt, Wasserstoff abzugeben, geschieht dies bei dem Natriumwasserstoff erst bei der Temperatur von 420° und darüber.

Als ich kurz vor meiner Abreise von Berlin mit Herrn Ziem von meiner Absicht sprach, Wasserstoff durch Natrium absorbiren zu lassen, meinte derselbe

dass das Material zu feuergefährlich und auch Explosionen nicht ausgeschlossen seien. Inzwischen habe ich aus anderen Gründen kürzlich mehrfach mit Natrium experimentirt und gefunden, dass sich dieser Körper mit einiger Vorsicht ohne Gefahr verwenden lässt. Da Natriumwasserstoff (Na^2H) sich erst durch eine Temperaturerhöhung bis über 420° in seine Bestandtheile zersetzt, so dürfte die Explosionsgefahr wohl nicht allzu erheblich sein, so dass mein Vorschlag, Natrium zu benutzen, der Erwägung werth sein, ja womöglich der Benutzung des Ammoniakgases die des Wasserstoffes in der angeführten Weise vorzuziehen sein würde.

Namentlich sprechen hierfür die Gewichtsverhältnisse. Nach Herrn Ziems Angabe giebt 1 Liter bei 3 Atmosphären gesättigter Ammoniaklösung 459,8 Liter Gas. Demnach bedarf man, um 1000 cbm Ammoniak zu erhalten, 2174 Liter dieser Ammoniaklösung, welche mindestens 2174 kg wiegt. Die Menge Na^2H, welche 1000 cbm reinen Wasserstoff liefert, hat ein Gewicht von $46 . 90 + 90$ kg $= 4230$ kg. Da aber Wasserstoffgas eine 8,5 mal grössere Tragfähigkeit besitzt, als das gleiche Volumen Ammoniak, so würde man zur Erlangung der gleichen Tragfähigkeit $8{,}5 . 2174$ kg $= 18479$ kg Ammoniaklösung gebrauchen, also das 4,42fache am Gewicht.

Den hauptsächlichsten Nutzen gewährt die von Herrn Ziem sowie die von mir für Ammoniak und Wasserstoff vorgeschlagene Ballonfüllung bei Captivballons und bei freien Fahrten nur dann, wenn dieselben im Frieden zu Wissenschafts- oder Schauzwecken unternommen werden, weil man dann nicht mit dem Feinde, einem sehr bösen Faktor, zu rechnen hat.

Eine Widerlegung, bezüglich Richtigstellung der von mir erhobenen Einwände, würde mir im Interesse der Luftschifffahrt ebenso erwünscht und willkommen sein, als eine eingehende und sachliche Kritik des von mir gemachten und empfohlenen Vorschlages betreffs der Wasserstoff- und Natriumbenutzung.

R. Mewes.

Eine neue Art, das Gas im Ballon captif dauernd tragfähig zu erhalten.

Von G. **Rodeck**, Ingenieur und Luftschiffer.

Ein grosser Uebelstand beim Captifballon entsteht bekanntlich dann, wenn derselbe zu längerem Gebrauche bestimmt, nicht genügend vor den Witterungseinflüssen geschützt, gefüllt erhalten werden soll. Selbst bei bestem Schutze und möglichst gasdichter Hülle verliert der Captifballon fast täglich und mit der Länge der Zeit in noch kürzeren Zeiträumen mehr und mehr an Gas und das im Ballon befindliche Gas an Tragfähigkeit.

Fast augenscheinlich bewirkt der Wechsel von kalter und warmer Luft, Sonnenbrand und Regenschauern eine für die Tragfähigkeit des Ballongases stets nachtheilige Veränderung des specifischen Gewichts desselben.

Besonders wenn der betreffende Captifballon von geringem Kubikinhalt ist, sodass derselbe beispielsweise nur zwei bis drei Personen trägt, ist dieser Uebelstand äusserst unangenehm, falls ein längerer Gebrauch des Ballons ohne Neufüllung beabsichtigt wird. Während der Captiffahrten, die ich im Jahre 1884 mit meinem 800 Kubikmeter fassenden Kugelballon „Mars“ in Hamburg ausführte, hatte ich Gelegenheit, von den hier mitgetheilten Ver-

hältnissen mich zu überzeugen und machte gleichzeitig die Wahrnehmung, dass mit einfacher Nachfüllung des Gasverlustes der Sache wenig abgeholfen sei.

Der Ballon, welcher täglich im Gebrauch war und nachts auf einer grossen Wiese ohne einen besonderen Schutz gegen die Witterung verankert lag, verlor durchschnittlich pro 24 Stunden 25 bis 35 Kubikmeter Gas (Leuchtgas).

Regelmässig vor der täglichen Indienststellung liess ich den Ballon nach Erforderniss nachfüllen, suchte jedoch ausserdem noch auf folgende Art und Weise die stets geringer werdende Tragfähigkeit des Gases zu heben.

Von dem Grundsatze ausgehend, dass das schlechte (specifisch schwerere) Gas, welches im unteren Theile des Ballons lagert, entfernt und durch frisches Gas ersetzt werden müsse, verfuhr ich folgendermassen. Nachdem durch Nachfüllung das fehlende Gas im Ballon ersetzt war, wurde in dem Appendix des Ballons ein sehr einfacher Apparat, bestehend aus zwei blechernen Röhren an Stelle des gewöhnlichen Blechmundstücks des Füllungsschlauches eingesetzt.

Die Länge der einen dieser Röhren muss derartig sein, dass dieselbe vom Appendix aus bis ungefähr in das Centrum des kugelförmigen Ballons reicht. Da der Höhendurchmesser meines Ballons 11,50 Meter beträgt, so betrug die Höhe resp. Länge dieses Rohres 6,50 Meter, sodass dasselbe mit ca. 6 Meter Höhe senkrecht in den Ballon hineinragte. Das dicht an dies Rohr anliegende zweite Rohr ist ca. 1 Meter lang und bildet die Fortsetzung des Appendix nach unten. Die lichte Weite des längeren Rohres beträgt 6 Centimeter, der Durchmesser des kürzeren Rohres ist ca. 12 Centimeter. An das äussere Ende des längeren Rohres ist der die Verbindung zwischen diesem und der Gasleitung, welche 4 Zoll lichte Weite hatte, herstellende Füllungsschlauch befestigt. Die äussere untere Mündung des kürzeren und weiteren Rohres ist unverschlossen.

Die Nachfüllung des Ballons wird, nachdem der soeben beschriebene Apparat in den Appendix eingesetzt ist, fortgesetzt und es wird mittelst der so getroffenen Einrichtung das einströmende Gas durch das längere Rohr direkt in den oberen Theil des Ballons eingeführt, kommt somit, wenn man annimmt, dass beim höchsten Punkt der Ballonkugel das leichteste beste Gas angesammelt ist, mit dem schlecht gewordenen, specifisch schwereren Gase nicht in Berührung. Sobald das Volumen des Ballons vollständig ausgefüllt ist, muss, dem Drucke des einströmenden Gases nachgebend, aus der unteren Oeffnung des kürzeren Rohres das schlechte Gas entweichen.

Damit durch dieses Nachfüllen eine das Bersten des Ballons bewirkende „Ueberfüllung“ desselben nicht eintreten kann, ist es erforderlich, dass der die Füllung leitende Luftschiffer aufmerksam den Ballon beobachtet und besonders das plötzliche „Aufbrennen“ der Sonne eventuell durch langsameres Füllen berücksichtigt. Es ist überhaupt geboten, mit mässigem Drucke die Füllung fortzusetzen. Aus diesem Grunde ist es auch rathsam, dass das

Ausflussrohr des Gases, das ist das kürzere der beiden eingesetzten Rohre, stets die doppelte Weite des Einflussrohres, das ist des längeren, hat.

Die Nachfüllung des Ballons wird nun in dieser Weise je nach Belieben so lange fortgesetzt, bis der Ballon seine ursprüngliche Tragkraft vollständig oder doch annähernd wieder erlangt hat.

Einigermassen für den Geruch des Gases empfindlich, d. k. das reine Gas am Aroma kennend, kann man sich sehr leicht, indem man den Kopf dem Ausflussrohr nähert, von der Besserung des Gases im Ballon überzeugen; der Geruch wird fortwährend beim Nachfüllen stärker.

Die Versuche, welche ich mit dieser Einrichtung machte, erwiesen sich als sehr günstig und gelang es mir hierdurch, den Ballon trotz des ungünstigen Wetters, welches mitunter herrschte, ca. 6 Tage mit seiner ursprünglichen Tragkraft zu erhalten. Es war durchschnittlich zur Aufbesserung des Gases und Nachfüllung ein tägliches Quantum von ca. 50 Kubikmeter erforderlich; die letzten Tage steigerte sich das Quantum auf 75 und 80 Kubikmeter. Ich hätte eventuell den Ballon noch mehrere Tage tragfähig erhalten können und ich habe mich nachträglich noch durch einen Versuch mit einem kleinen Ballon von 3,50 Kubikmeter Inhalt (welchen ich als Pilotballon zur Ermittelung des Wechsels der Luftströmungen bei meinen Fahrten mitführe) von der Zweckmässigkeit dieser Operation überzeugt.

Ob bei Wasserstoffgas durch Nachfüllung in dieser Weise gleich günstige Resultate erlangt werden können, konnte ich bisher durch praktische Versuche noch nicht konstatiren, doch glaube ich dies annehmen zu dürfen. Jedenfalls dürfte es interessant und zu empfehlen sein, solche Versuche mit Wasserstoffgas-Ballons vorzunehmen, da speciell für die Militär-Luftschifffahrt vielleicht Nutzen hieraus gezogen werden kann, mindestens in solchen Fällen, wo aus irgend welchem Grunde die Neufüllung des Captifballons im Felde nicht möglich und somit eine andauernde Erhaltung der Tragfähigkeit erforderlich ist.

Ein funktionirendes Modell eines lenkbaren Luftschiffes.

Im III. Hefte, Seite 76 und flgde., des vorigen Jahrgangs unserer Zeitschrift befindet sich ein Artikel „Ueber den Einfluss aëronautischer Vereine auf die Entwickelung der Luftschifffahrt“ von Herrn Paul Haenlein. Der Verfasser empfiehlt darin den Vereinen ganz besonders, eine praktische Thätigkeit zu entwicken, und er macht dazu folgende Bemerkung:

„Ueber die Art des Objekts, dessen Ausführung zunächst erstrebt werden soll, kann kaum ein Zweifel bestehen: es muss dies ein in sich vollendetes, abgeschlossenes Ganzes bilden, d. h. ein funktionirendes lenkbares Luftfahrzeug sein, und zwar, in Anbetracht des Kostenpunktes, vorerst ein Modell; ein Fahrzeug, das dem wissenschaftlichen Manne verwerthbare Resultate giebt und für den Laien ein anregendes Schauspiel bildet. Ferner sollte, wie ich glaube, um jeden Misserfolg auszuschliessen, darauf zu halten sein, dass das Modell aus einfachen und erprobten Mitteln zusammengesetzt werde. Wenn auch ungeprobte Mittel einen Vortheil verheissen, so kostet

das Experimentiren doch viel Zeit und Geld, und dann kommt es auch gar nicht darauf an, ob sich das Luftfahrzeug mit ein Fuss mehr oder weniger Geschwindigkeit bewegt, wenn es sich überhaupt nur bewegt."

Obwohl diese Anregung des Herrn Haenlein gewiss der Beachtung würdig war, so ist es unseres Wissens doch in keinem aëronautischen Verein zur praktischen Ausführung des darin gemachten Vorschlages gekommen. Die Gründe hierfür sind mannigfacher Natur und es dürfte uns zu weit führen, dieselben hier eingehender zu erörtern. Bemerken wollen wir nur, dass uns nach dem im vorigen Jahre seitens der Herren Renard und Krebs in Paris erzielten Erfolge mehrfach die Meinung entgegengetreten ist, dass es für solche Modellversuche überhaupt schon zu spät, dass Alles, was damit bewiesen werden könne, in den Kreisen der Gebildeteren jetzt schon zur Genüge bekannt sei. Wir können uns — leider — dieser Ansicht nicht anschliessen, sind vielmehr überzeugt, dass die Zahl Derjenigen, welche über die Idee der Lenkbarkeit der Luftschiffe bedenklich das weise Haupt schütteln, noch immer — auch unter den Gebildeteren — nicht gering ist. Deswegen erscheint uns die Veröffentlichung von Mittheilungen des Herrn Haenlein über ein funktionirendes Modell, wie er sich dasselbe gedacht (und, wenn wir nicht sehr irren, auch seiner Zeit ausgeführt hatte), auch heute noch zeitgemäss. Wir lassen diese Mittheilungen hier folgen. Die Redaktion.

Ein funktionirendes Modell.

Die Ballonhülle besteht nicht aus Seide, sondern aus dem bekannten dünnen gummirten Leinenstoff, wie er für Regenröcke angewandt wird. Aus solchem Stoffe war der Ballon meines funktionirenden Modells ausgeführt und hielt sich sehr gut. Oben befindet sich ein Gasauslassventil, unten ein Gaseinlassventil.

Die Betriebsmaschine besteht aus einem doppeltwirkenden Cylinder (gleich einem Dampfcylinder), dessen Kolben vermittelst einer Pleuelstange die Kurbelwelle in Bewegung setzt. Direkt auf dieser Kurbelwelle ist die Luftschraube befestigt, welche letztere zugleich als Schwungrad dient.

Gesteuert wird der Cylinder vermittelst eines gewöhnlichen Flachschiebers. Es ist zwar $^3/_4$ Füllung angenommen, aber man kann leicht auch ganze Füllung geben.

Ein Reservoir, unmittelbar unter dem Ballon angebracht und mit komprimirter Luft angefüllt, dient zur Speisung des Maschinencylinders. Das Reservoir ist in direkter Verbindung mit demselben und dient zu gleicher Zeit auch als Rahmen für den Ballon. An dasselbe sind die Steuerruderpfosten befestigt, ebenso ein Uhrwerk, um die automatische Steuerung hervorzubringen.

Dimensionen und Steigkraft des Ballons:

Grösster Durchmesser	4 m,
Länge	12 „
Kubischer Inhalt	112 kbm,
Oberfläche	113 qm,
specifisches Gewicht des Füllgases . . .	0,4,

daher Steigkraft pro cm	0,78 kg.
Totale Steigkraft des Ballons	87 kg,
Gewicht pro qm Ballon-Oberfläche . . .	250 gr,
Totalgewicht des Ballons	28,2 kg.
Geschwindigkeit des Ballons pro Sekunde	5 m,
Dauer der Fahrt	4 Minuten,
daher zurückgelegter Weg = 1200 m = 1/6 deutsche Meile = 1/3 Stunde = 1500 Schritt.	
Luftwiderstand des Ballons bei 5 Meter Geschwindigkeit	1,8 kg,
Durchmesser der Luftschraube	1,8 m.
Effekt, der aufgewandt werden muss, um durch eine Luftschraube von 1,8 Meter Durchmesser, bei einer Ballongeschwindigkeit von 5 Meter pro Sekunde, einen Druck gegen die Luft auszuüben von 1,8 kg .	0,33 Pfdkr.

Maschine:

Cylinderdurchmesser.	4 cm,
Hub	7 „
240 Touren pro Minute,	
Druck der Luft im Reservoir	8 Atmosph.
Füllung des Cylinders	3/4.

Eine solche Maschine giebt einen theoretischen Effekt von 0,72 Pferdekraft, hiervon für Reibungs- und sonstige Verluste 40 pCt. abgezogen, giebt = 0,45 Pferdekraft.

Obige Maschine konsumirt in 4 Minuten 144000 cbcm = 0,144 cbm Luft; daher muss das Reservoir einen Inhalt von 0,144 cbm haben. Selbstverständlich wird bei Abnahme des Druckes im Reservoir auch die Geschwindigkeit nach und nach abnehmen. Dies ist jedoch unwesentlich, denn wenn die Geschwindigkeit abzunehmen beginnt, dann ist das Modell schon beschleunigt und die Abnahme nicht sehr fühlbar, und zudem ist die anfängliche Geschwindigkeit grösser, als die eines Pferdes im Galopp.

Gewichte:

Ballonhülle	28 kg,
Netz und Schnüre	9 „
Steuerruder und Verstrebung	2 „
Maschine	5 „
Luftschraube	2 „
Reservoir	26 „
Ventile und Diverse	5 „
Totalgewicht	77 kg.

Da die totale Steigkraft des Ballons jedoch 87 kg beträgt, so bleibt noch ein Ueberschuss von 10 kg.

Kostenvoranschlag.

Ballonhülle	1000 Mk.,
Netz etc.	250 „
Steuer und Ventile	50 „
Maschine und Luftschraube	220 „
Luft-Reservoir	150 „
Uhrwerk, Anker etc.	100 „
Total	1770 Mk.

Die Experimente denke ich mir auf folgende Art und Weise inscenirt.

Es müsste irgend ein Gebäude (vielleicht eine Scheune) gewählt werden, in welchem der Ballon montirt und in montirtem Zustande durch das Thor ins Freie gefahren werden kann. Ein solches Gebäude ist nöthig, um während des Montirens des Ballons durch das Publikum nicht belästigt zu werden und im Nothfalle einen Schutz gegen Regen und sehr heftigen Wind zu finden. Das Gebäude müsste ferner in der Nähe eines grösseren freien Platzes, einer Wiese oder eines Exercierplatzes, gelegen sein, ebenso in der Nähe einer Gasleitung.

Innerhalb derselben wäre ein Windkessel und eine Luftpumpe aufzustellen. Nachdem der Ballon fertig montirt ist, wird durch zwei Mann vermittelst der Luftpumpe der stationäre Windkessel zunächst mit komprimirter Luft angefüllt und von diesem die komprimirte Luft in das Reservoir des Ballons geleitet. Während das Modell nun seine Experimente vollführt, füllen inzwischen die Arbeiter den stationären Windkessel wieder, sodass, wenn das Reservoir des Ballons entleert ist, es sofort aufs Neue gefüllt und die Experimente wiederholt werden können.

Sollte in der Nähe eines grossen freien Platzes und einer Gasleitung ein entsprechendes Gebäude nicht gefunden werden können, so bliebe nur übrig, eine provisorische Bauhütte zu errichten. Als Kosten derselben wären nur die Mittel für die Errichtung und die Abtragung einzustellen, da die Bauhütte nur für eine kurze Zeit gebraucht und das Material für die Herstellung kaum entwerthet werden würde. Paul Haenlein.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve. 17. Année. No. 12. Paris, Décembre 1884.

Die französische Fachzeitschrift bringt im Decemberhefte des vergangenen Jahres zunächst einen Aufsatz des auf elektrotechnischem Gebiete rühmlichst bekannten Herrn Trouvé über: Elektrische Lampen, mit drei Holzschnitten. Diese Apparate, deren Gebrauch jede Feuersgefahr ausschliesst, bestehen aus einem starken Chromsäureelement in Blechfutteral mit oben daran angebrachter Glühlampe gewöhnlicher Art, wobei jedoch der Kohlenfaden in der luftentleerten Glaskugel nochmals von einer grössern sehr festen Glaskuppel umgeben und auch diese noch von eisernen

Schutzdrähten gegen das Zerbrechen gesichert ist. Die Lichtstärke der Lampe kann mittelst einer Schraube, welche die Elektroden mehr oder weniger in die Säure eintauchen lässt, regulirt werden, sodass man z. B. nach Belieben drei Stunden hindurch ein Licht von fünf Normalkerzen Stärke oder fünfzehn Stunden lang ein solches von Stärke einer Kerze haben kann. Herr Trouvé hat mit dieser Lampe, welche überdies weder schwer noch unbequem oder gross ist und ohne Gefahr auch in der Ballongondel gebraucht werden kann, das Problem der tragbaren elektrischen Tischlampe in befriedigender Weise gelöst. Für die Brauchbarkeit und allgemeine Einführung des neuen Apparates würde allerdings der Kostenpunkt sehr ins Gewicht fallen, über welchen zur Zeit leider noch nichts mitgetheilt wird.

Der zweite Artikel des vorliegenden Heftes, welcher von den letzten Versuchen mit dem Renard'schen Luftschiffe handelt, folgt, da er für unsere Leser sehr interessant ist, nachstehend in wortgetreuer Uebersetzung.

„Bericht, erstattet der Akademie der Wissenschaften über den lenkbaren Ballon der Herren Renard und Krebs von Hervé Mongon, Mitglied des Instituts.

Ich schätze mich glücklich, der Akademie mittheilen zu können, dass die Herren Hauptleute Renard und Krebs kürzlich zwei neue Auffahrten mit ihrem lenkbaren Aërostaten unternommen haben, die an ein und demselben Tage mit vollständigem Erfolge ausgeführt worden sind.

Am vergangenen Sonnabend, den 8. November, um 12¼ Uhr, stieg der Ballon aus den Werkstätten von Chalais-Meudon auf. Er wandte sich in schnurgerader Linie gegen Nordosten. Ein wenig oberhalb der Station Meudon ging er über die Eisenbahn hinweg und nachher über die beiden Arme der Seine, etwas unterhalb der Brücken von Billancourt. Angekommen oberhalb des Dorfes dieses Namens, haben die Herren Renard und Krebs einen Augenblick die Schraube ruhen lassen, um die Geschwindigkeit des Windes zu bestimmen. Auf diesem ersten Theile der Fahrt wehte der Wind mit 8 Kilometer Geschwindigkeit in der Stunde, das Luftschiff ging gegen die Luftströmung mit einer absoluten Geschwindigkeit von 23 Kilometer pro Stunde, also in Wirklichkeit mit 15 Kilometer Geschwindigkeit.

Nachdem die Schraube wieder in Bewegung gesetzt worden war, wandte sich der Luftballon nach rechts und beschrieb oberhalb Billancourt einen Halbkreis von ungefähr 160 Meter Durchmesser; alsdann verfolgte er eine der ursprünglichen Flugbahn parallele Richtung und landete zuletzt auf dem Rasenplatze, von welchem er abgefahren war.

Gegen 3 Uhr desselben Tages stieg der Ballon nochmals auf. Der Nebel, welcher die Gefilde bedeckte, gestattete kaum einen Kilometer weit zu sehen und liess ein weiteres Entfernen nicht zu, da man sonst Gefahr lief, den Landungsplatz aus den Augen zu verlieren. Die Herren Renard und Krebs haben sich daher darauf beschränkt, im Umkreise der Werkstätten zahlreiche Bewegungen auszuführen. Sie fuhren hierbei gegen den Wind, mit seitlichem Winde und mit dem Winde im Rücken, bald ohne Schraubenbewegung sich treiben lassend, bald setzten sie die Schraube wieder in Bewegung, worauf sie sogleich den früheren Kurs wieder halten konnten. Nach 35 Minuten der Versuchsfahrt stiegen sie wieder zum Abfahrtspunkte nieder.

So ist also, wie ich bereits einige Tage nach der denkwürdigen Auffahrt vom 9. August die Ehre hatte, der Akademie mitzutheilen, das Problem des lenkbaren Luftballons heutigen Tages praktisch gelöst worden. Die ärgsten Skeptiker können

dies nicht mehr bezweifeln. Frankreich ist von jetzt an im Besitze eines kleinen Luftschiffes, sobald es nur will, wird es auch ein Linienschiff des Luftozeans bauen können. — —“

Es erscheint etwas auffällig, dass in diesem Berichte nicht gesagt wird, in welcher Höhe der Ballon seinen Weg zurückgelegt hat. Derselbe würde erst dann als ein sicheres und wichtiges Hülfsmittel der Kriegführung zu betrachten sein, wenn er in Höhen von über 650 Meter ausserhalb der sicheren Tragweite der kleinen Feuerwaffen in vertikaler Richtung eine längere Zeit hindurch gegen den Wind manövriren könnte.

Auch scheint das Luftschiff von Meudon, nach den bisherigen Versuchen zu schliessen, über eine Geschwindigkeit von 6 Meter pro Sekunde nicht hinauszukommen, die der meist herrschenden Windstärke in den höheren Schichten der Atmosphäre gegenüber häufig nicht ausreichen würde.

Dem erstgedachten Uebelstande liesse sich durch Vergrösserung des Aërostaten abhelfen, ob aber die von den Herren Renard und Krebs in Anwendung gebrachte Methode der Versteifung ihres Ballons mittelst einer fast gleich langen und vielfach mit dem Ballonkörper verbundenen Gondel ausreichen würde, demselben stärkeren Luftströmungen gegenüber die Form zu wahren, bleibt selbst unter Berücksichtigung des hierfür mit wirksamen Ballonets im Innern der Hülle zweifelhaft. Selbstverständlich können wir nicht daran denken, das grosse Verdienst der wackern Offiziere von Meudon irgendwie bemängeln zu wollen. Jeder Freund der Aëronautik kann nur von Herzen wünschen, dass die Herren auch fernerhin bei ihren Bestrebungen Erfolge erzielen möchten, denn dieselben werden, der Natur der Sache gemäss, nicht geheim bleiben und gar bald der ganzen civilisirten Welt grossen, jetzt kaum noch zu berechnenden Nutzen bringen.

Das Decemberheft des „Aéronaute“ enthält ferner noch den Bericht über eine am 12. Oktober v. J. von der „Ecole aérostatique de France“ zu Paris veranstaltete Luftreise, welche mit drei Personen 30 Kilometer weit bis Ligny und von hier mit zwei Personen in der Gondel bis nach Maisoncelles, 18 Kilometer weiter, ging. Der mit Leuchtgas zu la Villette gefüllte Luftball von 600 Kubikmeter Inhalt erreichte eine Höhe von 2700 Meter und war mit einer mittleren Geschwindigkeit von 252 Meter in der Minute geflogen. Im Uebrigen bietet der Bericht keine bemerkenswerthen Einzelheiten dar.

Als Anhang ist dem Heft ein vollständiges Inhaltsverzeichniss, sowie eine Zusammenstellung der Holzschnitte beigegeben, die der „Aéronaute“ im Jahre 1884 gebracht hat.

v. H.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve. 18. Anné. No. 1. Paris, Janvier 1885.

Das Januarheft dieser Zeitschrift wird mit der Ueberschrift „Unser achtzehnter Jahrgang“ durch folgendes Vorwort der Redaktion eingeleitet:

„Der „Aéronaut“ tritt sein achtzehntes Jahr an. Während dieses Zeitraumes sind viele sinnreiche oder gelehrte Arbeiten ins Leben getreten; wenige aber haben auf das Publikum einen solchen Eindruck gemacht, als die Versuche der Herren Renard und Krebs und der Gebrüder Tissandier. Zur Richtigstellung ist hinzuzufügen, dass diese Erregung keine dauernde gewesen ist und dass auf den Enthusiasmus Enttäuschung folgte, nachdem man sah, dass die lenkbaren Ballons nicht den Obelisk

auf dem Concordiaplatz umkreisten. Das Publikum versteht nicht zu warten, es begreift nur sofortige Erfolge. Es muss unmittelbar von dem gewonnenen Faktum Genuss haben; ohne das glaubt es nicht an die Existenz desselben. Wenn aber gleich das grosse Publikum in seine gewöhnliche Gleichgültigkeit der Aëronautik gegenüber zurückgefallen ist, so sind doch die Gelehrten zum Nachdenken gekommen und die Luftschifffahrtsgesellschaft (Societé de navigation aérienne) verdankt diesen letzten Versuchen den Eintritt des Herrn Jamin als Mitglied, des wohlbekannten lebenslänglichen Schriftführers der Akademie der Wissenschaften, welcher über die Luftschifffahrt eine Arbeit veröffentlichen wird. Auch die Anhänger der dynamischen Luftschifffahrt (Aviatoren) machen sich von Neuem an die Arbeit und es ist die Rede von einem grossen mechanischen Vogel, welcher von einem durch seine Erfindungen auf dem Gebiete der Elektrizität bekannten Ingenieur gebaut wird. Endlich sollen die Experimente über den Luftwiderstand mit dem Apparat wieder aufgenommen werden, der zu diesem Zwecke hergestellt ist. Dieselben werden, wie man hoffen kann, die Lösung eines der interessantesten aber auch schwierigsten Probleme aus der Lehre von den Gasen ergeben".

Der erste Aufsatz des Januarheftes der französischen Fachzeitschrift möge hier gleichfalls in wortgetreuer Uebersetzung folgen.

„Die Schraube.

Zwei für die Luftschifffahrt wichtige Ereignisse haben im Laufe des Jahres stattgefunden, die Entscheidung der Akademie der Wissenschaften in der Konkurrenz um den Preis Alphons Pinaud und die Versuche, welche mit den elektrischen Aërostaten der Herren Renard und Krebs und Gebrüder Tissandier angestellt worden sind.

Die Akademie hat drei Konkurrenten prämiirt, die Herren Gaston Tissandier, Duroy de Bruignac und Tatin. Der erste hat einen Ballon mit Schraube construirt, der zweite hat das Projekt zu einem Ballonaëroplan ausgearbeitet, der durch eine Schraube bewegt werden soll, Victor Tatin endlich, der einstmals mechanische Vögel mit Flügeln ausgerüstet zusammengesetzt, hat seitdem ehrenvolle Busse gethan. Er hat seinen Irrthum eingestanden und erklärt, dass man geflügelte Vögel im grossen Maassstabe nicht herstellen kann. Er hat aber einen kleinen Aëroplan mit Schraube, die durch komprimirte Luft getrieben wird, hergestellt und ist mit der Construction der Schraube für den Tissandier'schen Ballon beauftragt worden. Herr Tatin hat noch ausserdem sein Misstrauensvotum bekannt geben wollen; er hat in der „Nature" eine Denkschrift erscheinen lassen, in welcher er erklärt, dass er die Flügel definitiv aufgegeben habe, um auf die Schraube zurückzukommen.

Zwei lenkbare Aërostaten haben sich in die Gunst des Publikums getheilt; alle beide funktioniren vermittelst einer durch Elektrizität bewegten Schraube. Der einzige*) wichtige Unterschied ist, dass die Herren Renard und Krebs ihre Schraube vorn angebracht, während die Herren Tissandier dieselbe an's Hintertheil verlegt haben.

Wir sind also mitten darin im Gebiete der Schraube, der „heiligen Schraube", wie Herr Nadar sagte.

---

*) Der andere, nach unserer Ansicht nicht weniger wichtige Unterschied ist der, dass bei dem Renard'schen Ballon die treibende Kraft dicht unter dem vorwärts zu treibenden Hohlkörper angebracht ist, während bei der langen schaukelartigen Aufhängung der Tissandier'schen Ballongondel gerade der Theil des Apparates am stärksten gegen den Winddruck getrieben wird, der dies am wenigsten nöthig hat und der grosse Ballonkörper nachgeschleppt werden muss. Auf diese Art geht nothwendig über die Hälfte der aufgewendeten Kraft verloren.

So denken wir, vorbehaltlich unserer persönlichen Ansicht, dass wir dem Drucke der öffentlichen Meinung entsprechen, wenn wir den Gebrauch und die Theorie eines Organs studiren, welches so sehr in Gunst steht. Seltsam, dass keine mathematische Theorie der Schraube in der Wissenschaft existirt, eines Instruments, welches von Leonardo da Vinci erdacht, 1874 durch den General Meusnier für seinen lenkbaren Ballon wiedererfunden und seit Savage überall für Fluss- und Meerschifffahrt verwendet worden ist.

Herr du Hauvel, welcher bis jetzt nur die Theorie der Flügel studirt hatte, wollte auch die der Schraube durcharbeiten. Er hat der Akademie der Wissenschaften eine Abhandlung eingereicht, welche Herr Bertrand günstig aufgenommen hat. In dieser Schrift untersucht der Verfasser, welches die Verschiedenheiten der Wirkung der Schraube je nach der Geschwindigkeit sind, die man ihr giebt, und nach der Geschwindigkeit, die dem Luft- oder Wasserschiffeigen ist, welches dieselbe führt.

In der That zeigt das Experiment, dass der Nutzeffekt der Schraube sehr veränderlich ist, nachdem das Schiff eine mehr oder weniger rasche Bewegung hat. Wenn ein kleines Dampfschiff noch am Quai liegt und die Schraube dreht sich, ohne dass das Schiff in Bewegung ist, so könnte ein Kind, welches an einer Schnur zieht, seine Abfahrt hindern; ist das Fahrzeug im Gange, so würde es mehrere Männer umreissen. Bei dieser Beobachtung ist also die Wasserträgheit des Schiffes wohl in Rechnung zu ziehen, aber es ist auch einzugestehen, dass ein bedeutender Theil dieser Erscheinung dem schwachen Nutzeffekt der Schraubenflügel zu danken ist, solange das Fahrzeug keine Bewegung hat.

Wenn wir die Wirkungen der Schraube in der Luft genauer studiren, so können wir das Helikoptère beobachten, wenn es aufsteigt, erfunden von Launoy und Bienvenu, wiedererfunden durch Herrn von Ponton d'Amrecourt und vervollkommnet von Pénaud. Dieser Apparat verlässt sehr wohl die Hand, die ihn hochlässt und steigt geschwind auf; aber am Höhenpunkt seiner steigenden Flugbahn angekommen, kann er sich nicht halten und fällt so rasch, wie er gestiegen ist. Es ist daher auch dieser kleine Apparat, welcher in so hohem Grade den Enthusiasmus der Herren Nadar, de la Landelle und ihrer Zeitgenossen erregt hatte, vollständig aufgegeben. Man ist heutzutage unbedingt überzeugt, dass die Schraube zum Aufstieg für grosse Apparate eher nachtheilig als vortheilhaft sein würde und dass man vor allen Dingen eine grosse Horizontalgeschwindigkeit erlangen muss, um der schrecklichen Geschwindigkeit des Windes zu widerstehen.

Ein einziges Helikoptère steigt und hält sich in der Luft auf derselben Stelle einige Zeit hindurch, aber es würde im Grossen nicht verwendbar sein. Es ist von Herrn Dandrieux erfunden worden. Dieses Helikoptère trägt sehr kleine Schraubenflächen von geringer Steigung, die am Ende von Armen sitzen, welche zehnmal so lang sind, als diese Flächen. Der Apparat steigt sehr langsam; aber da die Paletten fast gleich Aëroplanen wirken, so kann das ganze System sich einige Augenblicke an derselben Stelle in der Luft schwebend erhalten.

Die vorstehenden Betrachtungen lassen erkennen, wie viel es noch in Bezug auf die Luftschraube zu studiren giebt. Dieselbe muss dem Apparat, den sie treiben soll, andere Geschwindigkeiten verleihen, als bei der Marine. Wir hoffen, dass auf Grund dieser Erwägungen unsere Leser mit Aufmerksamkeit den gelehrten Aufsatz unseres Mitarbeiters Herrn du Hauvel lesen werden. Abel Hureau de Villeneuve."

Es folgt hierauf der vorgedachte Aufsatz des Herrn du Hauvel unter der Ueberschrift „Bedingungen, unter welchen ein Schraubenelement den grössten Nutz-

effekt beim Propeller hervorbringen kann". Die hochinteressanten Ausführungen des gelehrten Herrn Verfassers werden demnächst in dieser Zeitschrift eingehende Würdigung finden.

Schliesslich enthält das Januarheft des „Aéronaute" noch das Protokoll der Sitzung des französischen aëronautischen Vereins vom 23. Oktober v. J., sowie Berichte von einigen Luftreisen, welche nichts besonders Bemerkenswerthes für unsere Leser darbieten. v. H.

Protokoll

der am 15. November 1884 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Die Sitzung wurde durch Herrn Freiherr vom Hagen, als Vertreter des geschäftlich am pünktlichen Erscheinen behinderten Vorsitzenden, um 8 Uhr eröffnet. Derselbe übernahm auch die Protokollführung.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Vortrag des Herrn Lieutenant Moedebeck: „Betrachtungen über angewandte und vorgeschlagene Mittel, den Ballon zur Ausnutzung der verschiedenen Luftströmungen geeignet zu machen"; Mittheilungen der technischen Kommission.

Nach Verlesung des Protokolls der vorigen Sitzung, gegen welches keine Einwendungen erhoben wurden, und einigen geschäftlichen Mittheilungen, erhielt Herr Moedebeck zu dem angemeldeten Vortrage das Wort. Der Letztere wird in der Zeitschrift des Vereins abgedruckt werden. (Ist bereits in Heft 12 des vorigen Jahrgangs geschehen. Die Redaktion).

Der Vorsitzende Freiherr vom Hagen dankte Herrn Moedebeck für seine interessanten und auf eingehenden Studien beruhenden Mittheilungen und bemerkt hierauf zu den letztern, dass Pilâtre de Roziers Tod nach dem Berichte des Augenzeugen de Maisonfort nicht durch Inbrandgerathen seiner Maschine, sondern durch Zerreissen des Gasballons um das Ventil herum verursacht worden ist. In Bezug auf das vom Herrn Vortragenden erwähnte Schlepptau fügt derselbe hinzu, dass ein derartiges Tau, an welchem mit Abstand von ungefähr 100 Meter 2 leere Tonnen befestigt waren, auch einmal bei einer Fahrt über den Canal hinweg Dienste geleistet habe. Dieselbe wurde von dem Luftschiffer Green mit dem Herzog Carl von Braunschweig unternommen und die erwähnte Vorrichtung erwies sich als Hülfsmittel zur rechtzeitigen successiven Erleichterung und gleichzeitig Verankerung des Ballons im Wasser als durchaus praktisch.

Herr Buchholtz sprach sich demnächst gegen ein Luftschifffahrtssystem aus, welches auf alleiniger Benutzung verschiedenströmender Luftströmungen beruhe. Kapitain Templer und die englischen Aëronauten hätten in dieser Richtung viel versucht und auch Resultate erreicht, dennoch ist man aber in England selbst wenig dafür eingenommen. Renard und Krebs hätten wie es scheint den richtigen Weg eingeschlagen.

Herr Ziem machte darauf aufmerksam, dass zur Abkühlung des Ballongases zum Zweck des Sinkens Ammoniak geeigneter sei, als Kohlensäure. Es nehme nicht das 800fache, sondern mehr als das 1000fache Volumen im gasförmigen Zustande ein als im flüssigen. Ebenso empfehle sich Chlorcalium um den Ballon schwerer zu machen, indem dasselbe den Wasserstoff der Luft begierig annehme.

Herr Moedebeck erwiderte, dass Letzteres wohl nicht rasch genug erfolge

und bemerkte gleichzeitg, dass der Widerstand, welchen die Hülle leisten könne, theilweise von ihrer Krümmung abhängig sei.

Der Vorsitzende wies ferner darauf hin, dass durch geschickte Benutzung verschiedener Winde in verschiedenen Höhen Duruof, Tissandier, Templer, Godard und neuerdings der Oberst Burnaby bei seiner Luftreise über den Canal bemerkenswerthe Resultate erreicht hätten.

Herr Broszus äusserte hierauf in Bezug auf die geringere Festigkeit der grösseren Ballons gegenüber den kleinern, dass bei gleichem Ballonstoff und unter normalen Füllungs- und Ausdehnungsverhältnissen bei grossen Ballons der ringförmige Zeugquerschnitt nur im einfachen Verhältnisse wächst, während der Gasdruck auf den Querschnitt (welcher letztere im quadratischen Verhältnisse zunimmt) im kubischen Verhältnisse wächst, somit also die Festigkeitsbeanspruchung eine Zunahme auf die Einheit findet.

Herr Dr. Angerstein machte darauf aufmerksam, dass auch Silberer bei seinen Wiener Luftfahrten durch Beobachtungen der Luftströmungen oft im Stande gewesen sei, den vermuthlichen Ort seiner Landung vorher zu bestimmen. Derselbe führte ferner an, dass ein früheres Mitglied des Vereins, Herr Wolff, bereits früher als Herr Werner-Magdeburg die Anbringung der Schraube vorn am Ballon und zwar in der Längsaxe desselben, wo sie am Besten wirken kann, vorgeschlagen habe.

Herr Moedebeck äusserte nachdem, dass er bei seiner Ansicht, es sei möglich, allein mit Hülfe der Luftströmungen einen bestimmten Punkt zu erreichen, stehen bleiben müsse, was Herr Dr. Angerstein nur mit grosser Einschränkung zugestehen wollte.

Nachdem nun noch Herr Wagner darauf hingewiesen, dass man doch häufig nicht in der Lage sei, sich Wetter und Wind auszuwählen, erklärte Herr Moedebeck sich hiermit einverstanden. Sein Vortrag habe hauptsächlich den Zweck gehabt, in dieser für die Aëronautik wichtigen Frage eine Anregung zu geben.

Herr vom Hagen II meinte sodann, dass man ja auch mit lenkbaren Ballons öfters in den Fall kommen könne, von günstigen Winden Nutzen zu ziehen. Dieser Punkt werde von den Gegnern der Aëronautik zu wenig in Betracht gezogen. Dieselben sprächen so, als ob es bei einer jeden Fahrt mit dem lenkbaren Ballon darauf ankomme, gegen den Wind anzufahren, was doch vielleicht nur für die Hälfte der Luftreisen als wahr gelten könne.

Herr Buchholtz konstatirte hierauf, dass bei den Renard'schen Versuchen in Bezug auf die zur Fortbewegung des Ballons verwandte Kraft das Thatsächliche mit den theoretischen Angaben und Berechnungen so ziemlich stimme.

Herr Broszus meinte schliesslich, dass es, um die Winde für die Horizontallenkung der Luftschiffe gehörig ausnutzen zu können, an Kenntniss der Richtung der Luftströmung in den höhern Regionen fehle.

Es folgte alsdann die übliche Pause, nach welcher Herr Dr. Angerstein den Vorsitz übernahm.

Als Mitglied der technischen Kommission berichtete Herr Freiherr vom Hagen I alsdann über den kürzlich in Philadelphia von einer Militair-Commission versuchten Keely-Motor, welcher nach Behauptung seines Erfinders durch Zersetzung eines geringen Quantums von Wasser und Luft erstaunliche Wirkungen hervorbringen und vermöge seines geringen Gewichts für Luftschifffahrtszwecke besonders geeignet sein sollte. Eine kleine Kanone wurde mit einer einpfündigen Kugel geladen und 19 Mal hintereinander abgeschossen. Das Geschütz stand mit zwei auf der Erde liegenden

metallenen Recipienten in Verbindung, von welchen der eine wahrscheinlich comprimirte Luft, der andere Kohlensäure enthielt. Der Scientific American, welcher über den Versuch Mittheilung macht und berechnet, dass 1000 kg Druck per Quadratzoll genügen würden, die Kugel mit 523 Fuss Geschwindigkeit per Sekunde einige tausend Fuss weit zu treiben, und dass man mittels comprimirter Luft einen solchen Druck erzielen könne, behandelt die Angelegenheit als einen Humbug; ein Correspondent des Vereins, der in der Nähe von New-York zu Hause ist, will aber der Erfindung nicht allen Werth absprechen.

Ferner wird über ein Project eines Kapitain Petersen zu New-York berichtet, bei welchem es sich um Herstellung eines Luftschiffes grösster Art von cylindrischer Form, im Grunde genommen wohl aber nur um eine Geldspekulation handelt, wie wir deren hier auch bei uns leider haben auftauchen sehen.

Herr Dr. Kronberg meinte alsdann in Bezug auf die Recipienten, die bei der Keely-Kanone gelegen, dass dieselben wohl Wasserstoff und Sauerstoff enthalten haben könnten und das Schiessen vermittelst einer Explosion von Knallgas erfolgt sei, worauf Herr vom Hagen erwiderte, dass hiermit nicht die Geringfügigkeit des Knalles beim Abfeuern übereinstimme, welcher nach dem Scientific mehr einem Zischen geglichen habe.

Herr Goy pflichtete dem bei. Auch die Verbindung der beiden Cylinder (es cirkulirte eine Abbildung des Versuchs) spreche dagegen.

Herr Dr. Kronberg versuchte diese Behauptung zu widerlegen.

Freiherr vom Hagen I fragte hierauf an, ob es denn irgendwo Maschinen gäbe, die durch Explosion von reinem Knallgas getrieben würden, worauf

Herr Moedebeck bemerkte, dass, im Grunde genommen, die Gaskraftmaschinen ja auch durch Knallgas getrieben würden.

Herr Dr. Kronberg erörterte schliesslich, dass reines Knallgas für den Betrieb von Maschinen zu theuer sein werde. Auch werde eine Vermischung desselben mit atmosphärischer Luft nöthig sein, um die Explosionen weniger momentan und hierdurch weniger heftig zu machen.

Da Weiteres nicht vorlag, wurde hierauf als Tag für die nächste Versammlung der 29. November festgestellt und die Sitzung geschlossen.

Protokoll

der am 29. November 1884 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender (in Vertretung des erkrankten 1. Vorsitzenden): Freiherr vom Hagen, Schriftführer Dr. Jeserich.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; einige Mittheilungen über dynamische Flugapparate; Zwölf Thesen über Vogelflug; Mittheilungen der technischen Kommission.

Herr Freiherr vom Hagen berichtet nach Verlesung des Protokolls der vorigen Sitzung über verschiedene Eingänge von den Herren Popper, Rodeck und Anderen. Zahlreiche Briefe seien angekommen, in denen die Verfasser das Renard-Krebs'sche Projekt als ihr Eigenthum in Anspruch nehmen, ohne indessen das Eigenthumsrecht in glaubwürdiger oder zutreffender Weise nachweisen zu können; in jedem Falle sei und bleibe das Verdienst der Herren Renard und Krebs, den Beweis praktisch geführt zu haben, dass die Lenkbarkeit möglich sei.

Herr **Buchholtz** theilt mit, dass Tissandier's Motor nur halb so schwer sei, als Renard's; Tissandier's habe jedoch nicht mehr als 1½ Pferdekraft, Renard's dagegen 8½ Pferdekraft. Die Kraft wachse bei den Motoren viel stärker, als das Gewicht, und dies sei der Hauptvortheil der elektrodynamischen Maschinen.

Freiherr vom Hagen verliest einen Brief des Herrn d'André in St. Petersburg, der während seines früheren Aufenthaltes in Berlin ein sehr thätiges Vereinsmitglied war. Herr d'André theilt mit, dass er einen neuen atmosphärischen Motor von grosser Kraft jetzt fertig gestellt habe. Die Betriebsmasse sei ein kondensirtes, wasserähnliches Produkt. 100 Pfund repräsentiren 4 Pferdekraft einschliesslich des Entwicklers der Betriebsflüssigkeit und dieser wiegt 400 Pfund bei einstündiger Betriebsleistung. — Ein Schreiben von Herrn Mewes berichtet, dass derselbe bei Mahlwinkel, wo er sich gegenwärtig wissenschaftlicher Arbeiten wegen aufhält, einen französischen Ballon gefunden habe, der von einem Maire zu meteorologischen Zwecken aufgelassen sei.

Es folgt hierauf ein Vortrag des Herrn Dr. **Müllenhof** über dynamische Flugapparate mit schlagenden Flügeln. Der wesentlichste Inhalt dieses Vortrages wird in der Zeitschrift gesondert zum Abdruck gelangen. (Ist im vorliegenden Hefte geschehen. Die Redaktion.) Redner legte Momentphotographien von fliegenden Möven vor und beantwortete mehrere an ihn gerichtete Fragen in folgendem Sinne. Die Wirkung der einzelnen Theile der Flügel wachse mit deren Entfernung von der Drehungsachse; die dem Körper des Flugthieres zunächst liegenden Flügeltheile seien von hoher Bedeutung für das „Treiben" im Fluge, z. B. bei Libellen und Tagfaltern; das Beispiel von Segeln, Windmühlenflügeln u. s. w. zeige, dass die dem Winde zunächst zugekehrte Seite einer schrägen, vom Winde getroffenen Fläche stärker angespannt werde, als die entgegengesetzte Seite, welcher Umstand es erkläre, warum die Federn der Vögel unsymmetrisch gebildet seien, an der einen Seite mit schmalerer, aber auch steiferer Fahne als an der anderen.

Nachdem der **Vorsitzende** dem Vortragenden den Dank des Vereins ausgesprochen, tritt eine Pause in der Verhandlung ein, nach welcher zwölf, von Herrn Freiherrn vom Hagen aufgestellte **Thesen über den Vogelflug** zur Diskussion gelangen.

Es kommt hierbei zunächst die Frage des Werthes dynamischer Flugapparate zur Sprache. Herr **Buchholtz** bemerkt, alle dynamischen Flugapparate müssten an mangelnder Sicherheit leiden, da jede Maschine den Dienst versagen, und aufhören könne, zu funktioniren; sicherer und daher vortheilhafter sei immer ein Ballon mit maschinellen Lenkungs- etc. Vorrichtungen. Herr **Regely** ist der Ansicht, dass das anzustrebende Ziel der dynamische Flugapparat sein und der Ballon nur als eine, vor der Hand nicht zu umgehende Zugabe angesehen werden müsse. Herr Dr. **Schäffer** stellt sich einen Flugmechanismus derartig eingerichtet vor, dass derselbe aus mehreren, von einander unabhängig funktionirenden Theilen bestehe, so dass, wenn der eine versage, der andere noch arbeiten könne; im Uebrigen schütze ein ausgebreiteter Fallschirm gegen die schlimmsten Gefahren. Herr **Broszus** meint, die Maschine werde viel weniger Schaden leiden, als der Kraft-Accumulator und man müsse deswegen zwei Accumulatoren haben. Herr Dr. **Schäffer** erklärt, er habe keine Reserve-Maschine bei seiner Aeusserung im Sinne gehabt, sondern wünsche an dem Flugapparate mehrere gleichzeitig, aber von einander völlig getrennt arbeitende Maschinen.

Eine andere These giebt Veranlassung zu einer Diskussion über die Wichtigkeit

des Federkleides der Vögel für das Fliegen. Herr Broszus äussert sich dahin, dass das Federkleid keine Hülfe beim Fliegen leiste; wenn der Vogel, wie behauptet werde, nach dem Verluste einiger Federn nicht fliegen könne, so könne er dies auch nicht thun, wenn er ein grösseres Gewicht, etwa Beute in den Fängen, mit sich zu führen habe; einen gerupften Vogel hindert am Fliegen nur das durch das Ausrupfen entstandene Schmerzgefühl. Herr Dr. Kronberg meint, man müsse, um zu entscheiden, ob ein Vogel, ohne Federn am Rumpfe, nicht fliegen könne, denselben nicht rupfen, sondern ihm die Federn abschneiden, um das Schmerzgefühl zu verhüten.

Die Diskussion über die Thesen wird wegen der vorgerückten Zeit abgebrochen.

Von der technischen Kommission berichtet Herr Dr. Jeserich über einen Apparat von Lustig in Goerlitz zur Prüfung der Wirkung der Propellerschraube.

Nachdem noch die Aufnahme des Herrn Vermessungs-Revisor's Keiper in Cassel in den Verein publicirt und die nächste Sitzung auf den 13. Dezember festgesetzt worden ist, wird die Versammlung geschlossen.

Protokoll

der am 13. Dezember 1884 stattgehabten Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: Dr. Jeserich.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Vortrag des Herrn Oberlehrers Gerlach über den Widerstand einer Strömung gegen eine schief entgegen gehaltene ebene Platte nach Theorie und Beobachtung; Besprechung der Thesen des Herrn Freiherrn vom Hagen; Mittheilungen der technischen Kommission.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung und berichtet über die Eingänge der letzten Zeit, die etwas abgenommen haben. Von Seiten des Herrn Overzier seien Wetterprognosen für Monat Dezember eingesandt. Dieselben haben nach Beobachtung des Herrn Freiherrn vom Hagen I bisher an sechs Tagen gestimmt.

Nach Verlesung des Protokolls vom 29. November und Annahme desselben, hält Herr Gerlach den angekündigten Vortrag: „Ueber den Widerstand einer Luftströmung gegen eine schief entgegengehaltene ebene Platte, nach Theorie und Beobachtung“.

Herr Freiherr vom Hagen weist auf eine Abhandlung des „Aéronaute“ von 1878 hin, die dasselbe Thema behandelt. Es scheint ihm bedenklich, die für das Wasser als ein durchaus unelastisches Fluidum geltenden Gesetze auf die äusserst comprimirbare Luft ohne Weiteres anzuwenden. Herr Gerlach meint dagegen, dass trotz dieses Unterschiedes dieselben Formeln für beide Fluida gelten könnten; die Differenz sei nicht sehr bedeutend.

Herr Broszus schlägt vor, die Axe bei künstlichen Flügeln in die Druckaxe und nicht in die mathematische zu legen. Redner erwähnt hierbei mehrfach Lippert's „Natürliche Flugsysteme“ und der darin enthaltenen, seiner Meinung nach nicht zutreffenden Theorien.

Der Vorsitzende bemerkt dazu, dass Lippert in seinen „Natürlichen Flugsystemen oft willkürliche Behauptungen als erwiesene Thatsachen gelten lasse. Er dankt hierauf Herrn Gerlach im Namen des Vereins für den gehaltenen Vortrag.

Nach der hierauf folgenden Pause wird die Diskussion über die v. Hagen'schen

Thesen, den Vogelflug betreffend, fortgesetzt. Dieselbe erstreckt sich zunächst auf die Anzahl der Flügelschläge und ihre Beziehung zur Grösse der Flügel. An der Debatte betheiligen sich die Herren Dr. Kronberg, Dr. Muellenhoff, Regely, Popper und vom Hagen I. Auf die Bemerkung des Letztgenannten, dass Vögel mit sehr langen Flügeln, wie z. B. der Storch und der Albatros, gute Flieger seien, wie ja auch ein Mann mit langen Beinen rascher vom Flecke komme, als einer mit kurzen, wendet der Vorsitzende ein, dass im Allgemeinen Personen von mittlerer Grösse in dieser Hinsicht am leistungsfähigsten seien. Herr Dr. Kronberg weist auf die Geschwindigkeit der Flügelbewegung als wichtiges Moment hin, worauf Herr Gerlach für die Behauptung eintritt, dass es am vortheilhaftesten für die Wirkung sei, wenn die Bewegung möglichst schnell erfolge. Herr Dr. Kronberg erinnert daran, dass mit der Schnelligkeit der Bewegung der Widerstand des Mediums im Quadrat zunehme. Herr Broszus zieht schliesslich aus der Diskussion den Schluss, dass derartige Thesen sich erfolgreicher besprechen lassen, wenn dieselben den Mitgliedern vor der Sitzung mitgetheilt worden sind.

Die Diskussion wird beendet und es folgen Mittheilungen der technischen Kommission.

Herr Regely verliest einen Aufsatz eines Oesterreichers, der sich auf anderen Gebieten durch werthvolle Erfindungen bewährt hat. Der Aufsatz behandelt eine ballonfreie, dynamische Flugmaschine und erörtert dabei zugleich die Frage, welche Kraft die Vögel und andere Flugthiere gebrauchen, um eine gewisse Masse (ihren eigenen Körper) zu heben. Der Verfasser nimmt 80—90 Pfund pro Pferdekraft als Mass an.

Herr Popper aus Wien (als Gast anwesend) geht auf diese Frage näher ein, indem er dieselbe durch Zahlenangaben und Beispiele erläutert. Die Frage müsse dahin präcisirt werden: „Welche Arbeit leistet ein Vogel unter bestimmten Umständen und Bedingungen?“ Die Art und Weise der Bewegung des Motors sei nicht die Hauptbedingung zur Ermöglichung des Fluges, es komme vielmehr auf die Muskelleistung an und es sei festzustellen, welche die normale und mittlere Arbeitsleistung sei. Es seien, namentlich von Harting, Verhältnisszahlen zwischen dem Muskelgewicht und dem Gesammtgewicht der Vögel aufgestellt und solcher Zahlen bedürfe man zur Berechnung der Arbeitsleistung, wozu sie die wichtigsten Anhaltepunkte gewährten. Zu bemerken sei übrigens, dass die specifische Leistungsfähigkeit des Vogelmuskels grösser sei, als diejenige des Menschenmuskels.

Im Anschlusse an die sehr eingehenden Ausführungen des Herrn Popper ersucht der Vorsitzende denselben unter allgemeiner Zustimmung der Vereinsmitglieder, dasselbe Thema einer schriftlichen Bearbeitung für die Vereinszeitschrift zu unterziehen, was bereitwillig zugesagt wird.

Die Diskussion wird durch eine Bemerkung des Herrn Popper über die Verwendung der Muskeln bei gewissen Thätigkeiten, beispielsweise beim Drehen einer Kurbel, auf das Gebiet der Physiologie geleitet, wobei von verschiedenen Seiten hervorgehoben wird, das zu jeder Bewegung das Zusammenwirken ganzer Muskelgruppen nothwendig sei und deswegen von dem Messen der Kraft eines einzelnen Muskels eigentlich keine Rede sein könne. —

Weitere Berichte der technischen Kommission werden der vorgerückten Zeit wegen vertagt. Die nächste Sitzung wird auf den 10. Januar 1885 festgestellt.

Druck von Otto Elsner, Berlin, Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Alte Jacob-Strasse 134.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

IV. Jahrgang. 1885. Heft II.

Die internationale aëronautische Ausstellung im Krystallpalast von Sydenham im Jahre 1868.

Ausstellungen gewerblicher, künstlerischer und technischer Gegenstände folgen einander heutigen Tages in fast ununterbrochener Reihenfolge und scheinen immer mehr an die Stelle der Jahrmärkte und Messen der sogenannten alten guten Zeit treten zu wollen, ob zu Gunsten von Industrie, Kunst und Wissenschaft — das könnte oft fraglich erscheinen. Trotzdem kann die Nachricht von einer aëronautischen Ausstellung*), welche im Juni zu London stattfinden soll, von allen Freunden der Luftschifffahrt nur sympathisch begrüsst werden, denn es erscheint sicher als nutzbringend und zeitgemäss, dem grossen Publikum die bedeutenden Fortschritte einmal in übersichtlicher Zusammenstellung vorzuführen, welche menschlicher Erfindungsgeist seit ungefähr zwanzig Jahren auch auf diesem technischen Gebiete hat machen lassen. Zur besseren Orientirung und um leichter den richtigen Maassstab für die Bedeutung des diesmal Gebotenen zu gewinnen, dürfte es zweckmässig sein, den Lesern der Zeitschrift einen Einblick in die Verhältnisse der ersten internationalen Ausstellung zu gewähren, welche 1868 von der englischen aëronautischen Gesellschaft veranstaltet wurde und damals ziemlich unbemerkt vorübergegangen ist.**)

*) Es ist zu vermuthen, dass die Internationale Feldtelegraphen-Ausstellung, welche im Laufe des Sommers in London stattfindet, auch Material der englischen Militair-Luftschiffer enthalten wird.

**) Die Aëronautical Society of Great Britain war 1865 gegründet worden.

Die Ausstellung trat damals unter günstigen Verhältnissen und sogar mit einem gewissen Pomp in's Leben, sodass sich hochfliegende Erwartungen mancher Enthusiasten, die in den französischen und englischen Zeitungen vom Mai und Juni 1868 mehrfach laut wurden, wohl erklären lassen. Es fehlte nicht an Geld, die Aëronautical Society hatte Einladungen an die ganze gebildete Welt ergehen lassen und der Krystallpalast zu Sydenham mit seinen hohen, luftigen Hallen war sicher ein vortrefflich geeigneter Ort für eine Schaustellung dieser Art. Die grosse Menge indessen, welche damals fast täglich nach diesem weltbekannten Etablissement hinausfluthete, zeigte für dieselbe nur ein flüchtiges und geringes Interesse und die Presse, welche anfangs den Mund etwas voll genommen hatte (standen doch Männer der höchsten Aristokratie, wie z. B. der Duke of Argyll, an der Spitze des Unternehmens), besprach dasselbe gar bald nur noch in einem gewissen spöttisch-mitleidigen Tone oder ignorirte es gänzlich. Selbst grosse Enthusiasten der Aëronautik, wie z. B. Herr de Fonvielle und unser hochgeschätztes Vereinsmitglied Herr Haenlein, fanden in Sydenham nicht das, was sie zu finden erwartet hatten; der Erstere äusserte sogar:*) „Ich gestehe ein, dass ich nie in meinem Leben eine ähnliche Enttäuschung erfahren habe". Auch das Urtheil des Herrn Hureau de Villeneuve,**) welcher als Kommissar der französischen aëronautischen Gesellschaft nach London gesandt worden war, lautete im Ganzen durchaus ungünstig. Seine unparteiische und fachmännische Schilderung möge uns zum Wegweiser in dem Chaos phantastischer Schöpfungen dienen, die sich damals im Krystallpalast — hauptsächlich aus England, Frankreich und Nordamerika stammend — zusammengefunden hatten.

Was zunächst die Anordnung und Aufstellung der eingesandten Objekte betrifft, so hatte man dieselben in nachfolgende acht Klassen eingetheilt:

1) Maschinen und leichte Motoren,
2) Luftschiffapparate gangbarer Art,
3) Modelle,
4) arbeitende Modelle,
5) Pläne und Zeichnungen,
6) besondere Gegenstände, die sich auf die Aëronautik beziehen und als Andenken an voraufgegangene Versuche dienen,
7) Drachen oder ähnliche Apparate, deren Benutzung bei Schiffbrüchen, zum Zwecke des Ziehens von Wagen oder zu verschiedenem anderen Behufe vorgeschlagen wird, und
8) Gemälde oder Zeichnungen, welche Ansichten von Wolken oder Panoramas der Erdoberfläche darstellen, wie sie vom Ballon aus gesehen werden.

---

*) Siehe: La science en ballon, p. 15.

**) Siehe den Bericht des Genannten in den Jahrgängen 1868, 1869 und 1870 des Aéronaute.

Es ist nicht zu verkennen, dass diese Eintheilung etwas willkürlich und ganz zu Gunsten der Aviatiker gewählt ist, wie sich dies weiterhin, wo von den ausgesetzten Preisen die Rede ist, noch klarer zeigen wird.

Die leichten Motoren waren im Krystallpalast in nur 16 Exemplaren vertreten und wurde einer derselben, eine Miniatur-Dampfmaschine des bejahrten englischen Mechanikers Stringfellow, mit dem von der Aëronautical Society ausgesetzten Preis von 2500 Frcs. bedacht, als diejenige von den ausgestellten Maschinen, welche im Verhältnisse zu ihrer Kraftleistung das geringste Gewicht hatte.

Der Bericht der Ausstellungs-Kommission über diesen Motor, der als ein vorzüglich gearbeitetes Meisterstück der Mechanik allgemeinen Beifall fand, besagt Folgendes: „Die Maschine No. 4 von Mr. Stringfellow muss nach Grösse und Kraft als etwas mehr, als nur ein Modell betrachtet werden. Der Cylinder von 2 Zoll Durchmesser hat einen Kolbenhub von 3 Zoll. Die Arbeit erfolgt mit einem Druck von 100 Pfund pro Quadratzoll des Kessels. Die Wellen machen 300 Touren in der Minute. Die Zeit, welche zur Inbetriebsetzung erforderlich war, wurde beobachtet. Drei Minuten nach Anzünden des Feuers war der Druck gleich 30 Pfund, nach 5 Minuten gleich 50 Pfund und nach 7 Minuten war die Maschine mit 100 Pfund Druck im vollen Gange. Es liess dieselbe alsdann mit Leichtigkeit zwei vierflügelige Schrauben von 3 Fuss Durchmesser rotiren und diese machten 300 Umdrehungen per Minute. Zur Schätzung der Kraft des Motors möge Folgendes dienen. Die obere Fläche des Kolbens hat 3 Zoll Durchmesser, der Druck im Cylinder ist gleich 80 Pfund per Quadratzoll, der Kolbenhub beträgt 3 Zoll, die Kolbengeschwindigkeit 150 Fuss in der Minute, mithin beträgt die Kraftleistung $3 \times 80 \times 150 = 36\,000$ engl. Fusspfund, was etwas mehr als eine Pferdekraft (zu 33 000 Fusspfund per Minute gerechnet) ausmacht. Das Gewicht des Apparates und Kessels beträgt nur 13 Pfund und ist dieses mithin die leichteste Dampfmaschine, die jemals construirt worden ist. Maschine, Kessel, Gestell und Schrauben wurden nachdem zusammen gewogen, jedoch ohne Wasser und Heizmaterial, sie ergaben ein Gewicht von 16 Pfund.“ *)

Das klingt Alles sehr schön und Hoffnung erweckend, zumal die Aëronautical Society erklärte, der Motor des Herrn Stringfellow sei für dynamische Flugapparate durchaus geeignet; leider flog aber der Aëroplan nicht, in

*) Herr Hureau de Villeneuve giebt an (siehe Aéronaute von 1868), dass man Maschinen von 4 Pferdekraft in Frankreich bauen könne, die pro Pferdekraft incl. Wasser und Heizmaterial 10 Kilogramm wögen. Herreshof'sche Maschinen haben schon 6 Kilogramm pro Pferdekraft gewogen. Giffard's Dampfmaschine von 3 Pferdekraft (1852) hatte noch 210 mit Wasser und Kohlen, leer 150 Kilogramm gewogen. Es sind mithin auch auf diesem Gebiete merkliche Fortschritte gemacht worden. Beim Vogel, als Motor gedacht, kommen auf eine Pferdekraft ungefähr 18 Kilogramm Gewicht (siehe Aéronaute 1876, p. 274), nach Herrn Hureau de Villeneuve aber nur 5 Kilogramm, während beim Menschen 288 Kilogramm erst einer Pferdekraft entsprechen würden (Aéronaute 1868).

welchen die kleine Maschine eingesetzt war, entwickelte auch durchaus keine Steigkraft, wie deutlich wahrzunehmen war. Derselbe wurde vielmehr nur, an einem 80 Meter langen Drahte zwischen zwei Pfosten aufgehängt, von den Schraubenflügeln in ziemlich rasche Bewegung versetzt. Die Dampfspannung hielt oft nicht lange genug an und Reparaturen mussten öfters vorgenommen werden, und das sind gerade die beiden schlimmen Fehler, welche derartigen kleinen Apparaten stets anhaften werden.

Im Uebrigen sei noch bemerkt, dass Herr Stringfellow, welcher bereits 1843 Mitarbeiter an der bekannten Henson'schen Flugmaschine gewesen war, den Kessel seiner mit Spiritus zu heizenden Maschine aus kegelförmigen in einander greifenden kupfernen Röhren gebildet hatte, die mit Silber gelöthet waren. Die Dampfkammer oberhalb des Kessels lag in der Feuerbuchse, so dass der Dampf überhitzt zur Wirkung gelangte.

Dass die Trageflächen parallel zur Horizontalen dreifach übereinander angeordnet waren, kann nicht als günstig für den Zweck angesehen werden, da auf diese Art die beiden obern Flächen nur wenig wirksam sein können.*) Wären dieselben unter einem Winkel von 5—8° gegen die Horizontale verstellt gewesen und hätte man den Apparat alsdann der Luftströmung entgegentreiben lassen, so würde derselbe höchst wahrscheinlich Steigkraft entwickelt haben.

Man hat von Stringfellows Aëroplan seitdem nichts wieder vernommen.

Auf der Ausstellung paradirte ferner der ungemein zierlich und sorgfältig gearbeitete Flugapparat des Grafen von Ponton d'Amecourt. Derselbe stammte bereits aus dem Jahre 1864, war fast ganz aus Aluminium hergestellt und bei 1/4 Pferdestärke nur 5 Pfund schwer. Da der Apparat bei frühern Versuchen nicht geflogen war und nur beim Arbeiten der Flügel eine Gewichtserleichterung von ungefähr 3/5 gezeigt hatte, so hielt man es wohl für besser, denselben nicht in Betrieb zu setzen, was bei den französischen Besuchern der Ausstellung mehrfach Aeusserungen des Unwillens gegen die Kommission hervorrief.**)

Die sogenannte „Chrysalide“ eines Herrn Quatremaine sollte mittels eines explodirenden Gemisches eigener Erfindung und vier grosser Flügel

---

*) Es sollen auf diese Weise die grossen Tragflächen vermieden werden, welche, gehörig fest und leicht genug, schwierig herzustellen sind. Die Natur bietet uns aber kein Vorbild einer solchen Construction.

**) Im Jahre 1879 glückte es dem italienischen Ingenieur Herrn Forlanini, einen kleinen Schrauben-Apparat, mit Dampfmaschine aus Aluminium und anhängendem Kesselchen, 20 Sekunden lang zum Fliegen bis zu 13 Meter Höhe zu bringen und den von der Akademie zu Mailand für einen Flugapparat mit Dampfmotor ausgesetzten Preis zu gewinnen. Der Werth des Aluminiums für die Construction solcher Kleinmotoren wird oft überschätzt. Da dieses Metall nur die absolute Festigkeit von Zink hat, so müssen die Cylinder etc. dreifach so stark genommen werden, als wenn man dieselben aus Stahlblech herstellt. Auch schmilzt Aluminium bereits bei 600—700° R. und verliert schon viel früher bedeutend an Festigkeit.

zum Aufflug gelangen und wurde verschiedene Male probirt. Das Gemisch explodirte mit starkem Schwefelgeruch und der Mechanismus begann zu arbeiten; der Apparat aber rührte sich nicht von der Stelle.

Keinen bessern Erfolg erzielte ein Herr Kaufmann mit zwei von ihm ausgestellten Motoren trotz vorhergegangener gewaltiger Zeitungsreclame.

Die von ihm ausgestellten auf vier schweren eisernen Rädern ruhenden Dampfmaschinen und der grosse dazu gehörige, aus schmalen Parallelflächen zusammengebaute Aëroplan sagten jedem Unbefangenen auf den ersten Blick: „Solch eine schwerfällige Maschine wird kaum laufen, viel weniger aber fliegen können!“

Es waren ferner drei Motoren der Herren Brown, Money und Philips vorhanden, die für den Betrieb mit Gas eingerichtet waren, sowie eine rotirende Gaskraftmaschine eines Herrn Hutchins. Herr de Villeneuve berichtet, dieselben seien nicht in Gang gesetzt worden und würden auch wohl nicht gegangen sein.

Ein Mr. Joy hatte zwei durch Schiessbaumwolle getriebene rotirende Motoren aus Stahlblech eingesandt. Auch diese sind nicht in Gang gesetzt worden.

Dergleichen Maschinen wurden auch bei uns in Deutschland schon bereits 1852 geplant, es hat sich aber gar bald gezeigt, dass die Schiessbaumwolle wegen ihrer zu momentanen und unberechenbaren Explosivwirkung nicht einmal für Geschütze, viel weniger für Maschinen brauchbar ist.

Mr. Schill hatte eine Dampfturbine von 12 Pfund Gewicht (ohne den Kessel) ausgestellt. Dieselbe bestand aus vier ein Kreuz bildenden Röhren, aus deren offenen Enden der Dampf ausströmte und so durch seine Reaction das System zum Rotiren brachte.

Es kann durch Rechnung nachgewiesen werden, dass solch eine Verwendung des Wasserdampfes einer reinen Kraftvergeudung gleich kommt.*)

Der Apparat eines Mr. Rogers bestand in einem kleinen Mörser, der mittels seiner Pulverladung einen Anker mit seinem Tau 50 Meter weit schleuderte und so, an Stelle des bekannten Raketenapparates, die erste Verbindung zwischen einem gestrandeten Schiffe und der Küste herstellen sollte. Es leuchtet ein, dass die vorgedachte Schussweite für derartige Zwecke nicht ausreicht und dass die Mannschaft des gefährdeten Fahrzeugs sich bei so geringer Entfernung vom Ufer auf andere und einfachere Weise wird retten können.

Mit Uebergehung einiger sonstigen zu aëronautischen Zwecken gänzlich unbrauchbaren Motoren der Ausstellung sei hier noch des kleinen nur 2 Pfund schweren Dampfmaschinchens gedacht, welches der Pariser Herr Vert zum Treiben seines Fischballons benutzte, der in der grossen Mittelhalle des

*) Motoren durch Kohlensäure, komprimirte oder erhitzte Luft, Uhrfedern, Gummistränge oder endlich durch Elektrizität bewegt, waren auf der Ausstellung nicht vorhanden.

Krystallpalastes fast täglich vom Erfinder producirt wurde. Dieses elegante Modell von ungefähr 2½ Meter Länge, aus Goldschlägerhaut angefertigt und mit Wasserstoffgas gefüllt, wurde durch zwei an den Seiten der Gondel angebrachte Schrauben in Bewegung gesetzt und flog, an einer Schnur gehalten, nach Wunsch des Erfinders und zum Jubel des zuschauenden Publikums, je nach Stellung des Steuers, in allen beliebigen Richtungen. Dem Ansinnen jedoch, den Apparat auch einmal im Freien zu versuchen, wich Herr Vert unter allerhand Vorwänden aus. Er wusste recht wohl, dass der geringste Luftzug sein hübsches Modell erbarmungslos mitnehmen würde.

Auch die sinnreich construirten Luftschiffe der Herren Marriot und Rufus Porter in Nordamerika haben ihrer Zeit im geschlossenen Raume durch regelrechtes Functioniren den Enthusiasmus der Zuschauer wachgerufen, nachher aber durch die im Freien wiederholten schlecht ausfallenden Versuche alle Welt enttäuscht. Man bedenke, dass ein Ballon, der sich in ruhiger Luft bewegt und dabei 3 Meter per Sekunde zurücklegt, einen Druck von ungefähr einem Kilogramm auf den Quadratmeter zu überwinden hat, der sich allerdings durch die Zuspitzung des Aërostaten um ½ bis ¾ vermindern würde. Für den letztprojektirten Ballon des Herrn Dr. Wölfert z. B. von 22 Quadratmeter Querschnitt würde dies einen Luftwiderstand von etwa 11 Kilogramm ergeben, der bereits durch eines Menschen Kraft, welcher eine Kurbel dreht, nur kürzere Zeit hindurch überwunden werden kann. Und wie selten findet sich ein derartig windstilles Wetter bei uns; ist die Luftbewegung aber stärker, so wächst der Luftdruck ungefähr im quadratischen Verhältnisse zur Geschwindigkeit des gegen den Wind angetriebenen Ballonkörpers. Da können Miniaturdampfmaschinen ebensowenig als Menschenkraft etwas ausrichten! —

Herr de Villeneuve macht in dieser Beziehung eine interessante Bemerkung über die Anwendung der schiefen Flächen an den Ballons, durch welche man dem Luftwiderstande ausweichen und die Steigkraft derselben in Horizontalbewegung umsetzen will. Er sagt: „Ich will nicht auf die Verwendung schiefer Flächen näher eingehen, die an den Aërostaten angebracht sind, um ihre Steigkraft in horizontale Fortbewegung umzuwandeln. Für's Erste ist ihre Wirkung ungenügend und dann würden sie keine Verwendung finden können, solange nicht die Möglichkeit vorliegt, zu steigen und zu sinken, ohne Verlust von Ballast und Gas.“ Der geistreiche Redacteur des Aéronaute bricht also hiermit den Stab über eine Idee, die bereits Joseph Montgolfier 1784 mit einem linsenförmigen Ballon mit elliptischem Aequatorialreife, der von der Gondel aus durch Zugschnüre zu verstellen war, verwirklichen wollte. Der gelehrte Physiker Kratzenstein 1784*), Zachariä 1807**) und viele Andere nachher haben dieses Project in aller Ausführlichkeit be-

*) L'art de naviguer dans l'air par Kratzenstein. Kopenhague 1784 p. 68.

**) Die Elemente der Luftschwimmkunst von Zachariä. Wittenberg 1807. S. 213 u. ff.

handelt, trotzdem wurde dasselbe vor wenigen Jahren wiederum als etwas Neues vorgeführt! —

In Bezug auf die ferner noch in Sydenham ausgestellten Flugapparate möge noch der Aëroplan eines Herrn Speed Erwähnung finden, dessen Tragflächen kannelirt waren, wie das heutigen Tages so vielfach verwandte Wellblech, um auf diese Weise das seitliche Ausweichen der Luft beim Niedergange besser zu verhindern. Ein Herr Réda Saint-Martin glaubte denselben Zweck durch Bekleidung seiner Tragflächen mit Vogelfedern erreichen zu können. Beide Vorschläge möchten immerhin eines Versuches werth erscheinen und gehören weniger in das Gebiet des Phantastischen, als manche der ausgestellten Modelle von lenkbaren Luftballons, unter welchen Herr de Fonvielle z. B. eins bemerkte, welches gleich einem richtigen Seeschiffe geformt und aufgetakelt, dabei aber zur Füllung mit Gas eingerichtet war. Auch die Riesencigarre des Herrn Capitain J. B. Lassie vom Jahre 1856 fehlte nicht. Ein Metallcylinder von 900 Fuss Länge und 90 Fuss Querdurchmesser, auf der Aussenseite mit einer Anzahl blecherner Schraubengänge ausgerüstet, sollte durch einen innern Ballon mit Parallelwänden gehoben und durch die Muskelkraft einiger hundert Passagiere mittels eines Tretwerks in rotirende Bewegung versetzt werden, in der Art, wie man gefangene Eichhörnchen das an ihrem Käfig angebrachte Rädchen durch ihr Gewicht zum Drehen bringen sieht. Die Idee war jedenfalls originell und ist von dem genannten Schiffscapitain bis zu seinem im vorigen Jahre erfolgten Tode mit unerschütterlicher Ueberzeugung verfochten worden.

Im Uebrigen waren die seit 1783 zeitweise immer wiederkehrenden Projecte lenkbarer Fischballons*), Aërostaten mit Segelflächen, Wendeflügeln, Reactionspropellern und dergl. mehr ziemlich vollständig in Modellen und Zeichnungen vertreten. Auch von dem famosen Ballon des Aëronauten Dupuy-Delcourt aus Messingblech war eine kleine Nachbildung vorhanden.

Künstlich gearbeitete Flügel befanden sich gleichfalls in grösserer Anzahl auf der Ausstellung; seltsamer Weise aber kein einziger Fallschirm. Herr de Villeneuve gedenkt dieses Umstandes mit Verwunderung und erzählt bei dieser Gelegenheit, dass 1853 von den Studenten des Quartier latin und ihren Grisetten öfters der Versuch ausgeführt worden sei, mit einem Schirme aus den Fenstern der obern Stockwerke auf die Strasse hinabzuspringen, und dass dieser Sport Unfälle nicht im Gefolge gehabt habe. Die jugendlichen Wagehälse bedienten sich zu dem Ende der grossen Leinwandschirme von Hökerfrauen, und hatten sich gegen das Umklappen der Schirmfläche durch Festbinden der Spreitstäbe am Griffe des Apparats gesichert. Diese Experimente lockten aber bald so viele Zuschauer herbei, dass die Polizei einschritt und dem halsbrecherischen Vergnügen ein rasches Ende

*) Das erste Project der Art wurde im April 1815 von den Herren Pauly und Egg verwirklicht, die Idee findet sich aber bereits 1807 bei Zachariä.

machte. Der Herr Redacteur des „Aéronaute“ meint nun aus diesen gelungenen Versuchen den Schluss ziehen zu können, dass dergleichen zugerichtete Schirme den Bewohnern der obern Stockwerke in den oft sehr hohen Miethskasernen der grossen Städte bei Feuersbrünsten gute Dienste leisten könnten. Hiergegen scheint allein das zu sprechen, dass bei derartigen Gelegenheiten, wo Viele selbst zur Benutzung des Sprungtuchs den muthigen Entschluss nicht zu fassen vermögen, nur sehr Wenige die nöthige Kühnheit haben würden, ihr Leben einem solchen gebrechlichen Apparate anzuvertrauen.

Auch ein fliegender Mann producirte sich einmal wieder im Krystallpalaste. Mr. Spencer, zwischen zwei Masten am Gürtel gleich einem Schwimmschüler aufgehängt und mit einer 4 Meter langen fächerartigen Schweiffläche ausgerüstet, versuchte es, mit kleinen flossenartigen Flügeln*) Flugbewegungen in der Luft auszuführen. Der Erfolg war gleich Null und lässt es sich wohl nur als eine Art Fanatismus auffassen, wenn man mit derartigen Apparaten vor dem Publikum auftritt, ohne ihre Wirksamkeit vorher privatim erprobt zu haben.

Die Versuche Blanchards vor hundert Jahren und die später angestellten Experimente Degens mit mechanischen Flug-Apparaten, bei welchen die Genannten derartig in der Schwebe hingen, dass ein Theil ihrer Körperschwere durch ein über Rollen laufendes Gegengewicht aufgehoben war, haben bewiesen, dass ein Mann auf diese Weise im Stande ist, sich vermittels des Schlages zweier zweckmässig construirten Flügel um 20—30 Kilogramm leichter zu machen. Neue Versuche in dieser Richtung würden immerhin Interesse erweckt haben, während Herr Spencer, in seiner grotesken Ausstaffirung am Seile zappelnd, lediglich die ausgelassenste Heiterkeit der Zuschauer erregte.

Was sonst noch an Flugapparaten und dergleichen im Krystallpalaste zu sehen war, diente auch zumeist nur dazu, den Spott der grossen Menge herauszufordern und ist keiner weiteren Erwähnung werth. Eine Prämie von 2500 Franks hatte der Herzog von Sutherland demjenigen Aussteller zugesagt, welcher sich ohne Hülfe eines Drachens oder Ballons 120 Fuss hoch vom Erdboden, mittels eines dynamischen Flugapparats, erheben würde. Es war kein Bewerber um diesen Preis aufgetreten. Ebenso hatte sich Niemand gefunden, um eine Prämie von 1250 Franks zu gewinnen, welche die Gesellschaft des Krystallpalastes für eine Maschine ausgesetzt hatte, die sich fünf Minuten

---

*) Coulomb berechnete die für einen Menschen erforderlichen Flügelflächen auf 12 000 Quadratfuss, de la Lande erschien zu jener Zeit auch dies noch nicht als ausreichend. Neuerdings nimmt Herr Herling an, dass eine Fledermaus vom Gewichte eines Menschen zwei $^1/_2$ Meter lange Flügel von $1^1/_2$ Quadratmeter Oberfläche haben müsse, um gleich einer gewöhnlichen Fledermaus fliegen zu können und sind auch die übrigen competenten Schriftsteller der Neuzeit auf diesem Gebiete, wie z. B. Herr Marey und Herr Dr. Muellenhoff, so ziemlich gleicher Ansicht. Aber wo die Kraft hernehmen, um diese Flügel mit derselben Geschwindigkeit zu bewegen, welche der Fledermaus eigen ist?!

lang, mindestens 10 Fuss über dem Erdboden, in der Luft schwebend erhalten würde.

Ein anderer Preis, ausgesetzt von der Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger, scheint, nach dem Berichte des französischen Herrn Ausstellungs-Commissars zu schliessen, gleichfalls nicht zur Auszahlung gelangt zu sein. Derselbe war dem Erfinder eines Drachens oder Flugapparates zugedacht, der sich am Besten dazu eignen würde, die erste Verbindung zwischen einem gestrandeten Schiffe und dem Lande herzustellen.

Erwähnt möge noch werden, dass ein Pariser Fabrikant, Herr A. Bertaux, eine Anzahl Firnissproben zur Ausstellung eingesandt hatte. Der Einsender beklagt sich im Aéronaute, Jahrgang 1868, Seite 135, dass dieselben nicht versucht worden sind, und macht bei dieser Gelegenheit die für praktische Luftschiffer interessante Bemerkung, dass es vortheilhaft sein würde, das ganze Netzwerk der Ballons, sowie sämmtliche Taue an denselben, die durch die Feuchtigkeit der Luft oft in nachtheiliger Weise ausgedehnt werden, mit gewöhnlichem rohen Leinöl einzureiben.

Als anziehendes Schaustück der Ausstellung sollten endlich noch Auffahrten mit einem grossen Captifballon vor der Halle dienen, bei welchen Herr Glaisher meteorologische Studien zu machen gedachte; aber auch mit diesem Projecte hatte die Ausstellungs-Commission kein Glück.

Der Luftschiffer Herr Delamarne war von Paris mit einer grossen Montgolfière angelangt und es hiess, dass dieselbe nach einer neuen Methode, mittels der Flamme von Mineralöl, mit Ammoniakgas gefüllt werden sollte.

Herr Bowley, der Director des Krystallpalastes, wurde durch das sichere Auftreten des französischen Aëronauten gewonnen und die anwesenden Landsleute des Herrn Delamarne, welche in dem Ballon ihren alten Bekannten den „Aigle“ des Herrn E. Godard wiedererkannten, zuckten lächelnd die Achseln. Am 27. Juni, zwei Tage nach Eröffnung der Ausstellung, war Alles fertig und die Montgolfière von 29,5 Meter Durchmesser und 92,36 Meter Umfang, schwebte zur Füllung bereit zwischen zwei hohen Masten. Die Heizvorrichtung, eine Art cylindrischer Blechofen mit doppelten Wänden von ungefähr 3 Meter Höhe wurde mit der Gondel unter die untere Oeffnung des Aërostaten geschoben. Bald stand das in vier kupfernen Behältern der Calorifère befindliche Mineralöl in Brand, es roch gewaltig, wenn auch nicht nach Ammoniak, so doch nach Petroleum und Theer und die Hitze des Apparates wurde in kurzer Frist so stark, dass man sich demselben kaum noch bis auf zwei Meter Entfernung nähern konnte.

Eine durch eine zehnpferdige Locomobile zu bewegende Kabeltrommel von 2 Meter Länge, die mit zwei Uebersetzungen und einer Bremse versehen war, stand gleichfalls bereit und der Ballon war bereits drei Viertel gefüllt, als plötzlich ein Windstoss den Blechschornstein der Calorifère mit dem darüber hängenden Ende des Ballons hinwegschob und die Montgolfière in Brand gerieth. Oftmalige Heizung bei frühern Fahrten, sowie Regen und

Sonnenschein mochten wohl die Imprägnirung der Hülle nach und nach ausgezogen haben, denn der grosse Ballon war in wenigen Minuten ein Aschenhaufen. Die Bekannten und Freunde des Herrn Glaisher freuten sich, dass die gefährliche Maschine nicht unterwegs, sondern schon vorher in Brand gerathen war, der Gelehrte packte missvergnügt die bereit gehaltenen Instrumente zusammen und Herr Bowley schwor, dass ihm so etwas nicht zum zweiten Male passiren sollte. Der bekannte Aëronaut Herr Coxwell aber stieg auf eine Bank, eröffnete eine Sammlung für den abgebrannten Kollegen und wusste das anwesende Publikum, welches meist den höhern Ständen angehörte, zu reichen Spenden für denselben zu bewegen.

Jedenfalls ist es nicht zu billigen, dass die Unternehmer der Ausstellung dem französischen Luftschiffer gestatteten, mit einer alten abgenutzten Montgolfière als Captifballon zu fahren, die bereits 1863 gebaut und seitdem oft genug zu Luftreisen benutzt worden war.

Es kann den Freunden der Aëronautik zur Befriedigung gereichen, wenn berichtet werden kann, dass die grossartige aëronautische Ausstellung zu Paris im Juli 1883 von derartigen Missgriffen nichts hat bemerken lassen. Dieses Unternehmen, bekanntlich zur Feier des Centenariums der Erfindung Montgolfiers in's Leben gerufen, ist in durchaus würdiger Weise ausgeführt worden und hat sicher der Sache eine grosse Anzahl neuer Freunde zugeführt. Das Trokaderopalais, der Schauplatz dieser Ausstellung, war allerdings auch der grossen Zahl phantastischer Projecte, welche in Frankreich seit hundert Jahren aufgetaucht sind, nicht verschlossen geblieben; im Uebrigen aber hatte man dafür gesorgt, dass in erster Linie Alles zur Geltung gelangte, was in neuerer Zeit erdacht und erfunden worden ist, den Ballon zu einem geeigneten Werkzeug im Dienste der physikalischen und meteorologischen Wissenschaften umzugestalten. So haben sich denn auch Fachleute und Gelehrte über das auf dieser Ausstellung gebotene reiche Material nur in durchaus günstigem Sinne ausgesprochen und das gute pecuniäre Ergebniss derselben bewies zur Genüge, dass auch das grosse Publikum dieses Mal ein wärmeres Interesse an der Sache genommen hatte.

Möchten wir von der diesjährigen Londoner aëronautischen Ausstellung demnächst gleich Günstiges berichten können.

Freiherr vom Hagen sen.

Die Ortsbewegungen der Thiere.

Auszug aus einer grösseren Abhandlung des Oberlehrers Herrn **Dr. Karl Müllenhoff.***)

Bei der Betrachtung der Bewegungsapparate und ihrer Verrichtungen kann man sehr verschiedene Gesichtspunkte verfolgen und je nach dem

*) Die Abhandlung ist als wissenschaftliche Beilage zum 1885er Osterprogramm des Andreas-Realgymnasiums in Berlin erschienen. Den nachfolgenden Auszug haben wir mit Bewilligung des Herrn Verfassers daraus entnommen. Die Redaktion.

Standpunkte, von dem man ausgeht, gliedern sich die mannigfaltigen Formen in sehr verschiedener Weise.

Man könnte beispielsweise die Bewegungsapparate betrachten nach ihrem Vorkommen bei den Pflanzen und Thieren und von den Bewegungsapparaten der Thiere die der Säugethiere, der Vögel, der Reptilien, Amphibien und Fische, die der Insekten u. s. w. für sich betrachten. Eine solche Betrachtung würde sich dem Gange der systematischen Zoologie und Botanik anschliessen, sie würde die verschiedenen Bewegungen eines Thieres zusammen behandeln; gleichartige Bewegungen dagegen morphologisch verschiedener Formen würden vollständig getrennt von einander zur Besprechung kommen. Die ganze Eintheilung des Gegenstandes wäre also eine durchaus künstliche, weil einem dem einzutheilenden Gegenstande fremden Gebiete entlehnt.

Besser ist schon die Eintheilung, die erhalten wird, wenn man die Medien, welche die für die Ortsbewegung erforderlichen Stützpunkte gewähren, zum Eintheilungsprinzipe wählt. Dieses Eintheilungsprinzip liegt der im gewöhnlichen Leben üblichen Unterscheidung zwischen Gehen, Schwimmen und Fliegen zu Grunde; man glaubt eben, diese drei Formen der Bewegung seien vollkommen verschieden von einander.

Sehen wir aber einen Taucher (Colymbus) mit ausgebreiteten Flügeln eilig durch das Wasser schwimmen und dann sich flatternd in die Luft erheben, sehen wir einen Hund am Ufer entlang laufen und dann durch das Wasser „pudeln“, sehen wir eine Ringelnatter bald auf dem Lande, bald im Wasser „schlängend“ kriechen, so erkennen wir leicht, dass diese Thiere die ihnen gewohnte Bewegungsform beibehalten, auch wenn sie das Medium wechseln; d. h. die Bewegung kann unverändert dieselbe sein, ob ein Thier geht, schwimmt oder fliegt.

Diese Art der Klassifikation ist indessen noch aus einem anderen Grunde zu verwerfen; es werden nämlich bei dieser Eintheilungsart nicht nur vielfach gleichartige Bewegungen mit verschiedenen Namen belegt, sondern es werden auch umgekehrt bei ihr Bewegungen, die fast gar keine Aehnlichkeit mit einander haben, durch gleiche Benennungen einander gleichgestellt. So bezeichnet man es als Schwimmen, wenn ein Delphin mit riesiger Kraft das Wasser schlägt, so dass er wie im Spiele sich tummelnd das schnellfahrende Schiff umkreist; und bezeichnet es ebenfalls als Schwimmen, wenn eine Süsswasserschnecke regungslos an der Oberfläche des Wassers haftet. Man nennt es Fliegen, wenn eine Spinne auf ihrem dünnen Fädchen durch die Luft segelt, wenn die Federkrone einer korbblüthigen Pflanze vom Winde hin- und hergetragen wird, und andererseits nennt man es gleichfalls Fliegen, wenn eine Schwalbe sich mit kräftigen Flügelschlägen durch die Luft schnellt, und ein Adler oder Storch in grossen Kreisen und ohne einen Flügelschlag zu thun dem Winde entgegenschwebt. — Es ist somit auch diese Eintheilung in mehr als einer Beziehung mangelhaft.

Vergleichen wir nun die verschiedenen Bewegungserscheinungen in

Bezug auf ihre Richtungen, so sehen wir die Bewegungen bald auf eine Linie oder auf eine Ebene beschränkt, oder auch nach allen drei Richtungen des Raumes frei verlaufen.

Unsere Eisenbahnzüge bewegen sich nur auf der gegebenen Linie, ohne die Möglichkeit einer Abweichung nach rechts und links, nach oben und unten; ebenso wandern die grossen Dickhäuter der Tropen, die Elefanten und Nashörner, in festgetretenen schmalen Bahnen; so jagt auch in unserem Boden der Maulwurf in engen Laufröhren nach Engerlingen und Regenwürmern.

Hier wird der Nachtheil, dass die Beweglichkeit nach anderen als der gerade vorgeschriebenen Richtung gehindert ist, durch die Vortheile aufgewogen, die eine schnellere und mühelosere Fortbewegung gewährt. Indessen sind diese Fälle, wo die Bewegung nur in einer Richtung vor sich gehen kann, im Thierreiche äusserst selten. Sehr viel häufiger findet sich schon der Fall, dass die Bewegung in einer Ebene frei ist.

Ebenso wie unsere Segelschiffe und Dampfer die Fläche des Meeres frei durchfurchen, so bewegen sich die zahlreichen Säugethiere, sowie die Laufvögel auf der Fläche des Festlandes. — Die weitaus grösste Zahl der Thiere ist nicht auf diese Bewegung in einer Fläche beschränkt, sondern besitzt wirklich eine freie Bewegung nach allen Richtungen hin. Das zahllose Heer der Würmer in der Erde, der Fische im Wasser, der Vögel und Insekten in der Luft, — sie zeigen uns in unzähligen Beispielen, in welcher Weise die Natur die Bewegung nach allen drei Richtungen des Raumes erreicht. (Der Mensch ist bis jetzt noch nicht über die ersten Versuche, die Bewegung nach allen drei Richtungen des Raumes zu erreichen, hinausgekommen. Die Konstruktion von unterseeischen Fahrzeugen sowie von Taucheranzügen sind solche Versuche. Sie sind recht unbeholfen, da der Mensch bei dem Bau seiner Athemapparate keinen Aufenthalt in anderen Medien, als der Luft, erträgt.)

Die Eintheilung nach den Richtungen der Bewegung erweist sich als wenig geeignet, da fast alle Bewegungen nach allen drei Richtungen des Raumes frei sind. Es kann uns somit auch diese Klassifikation nicht genügen; wir werden eine andere suchen müssen und zwar werden wir eine wirklich natürliche Eintheilung nur dann erhalten, wenn wir die Mechanik der Bewegungen als Princip der Eintheilung wählen. Nur dadurch kann es gelingen, Ordnung in das Chaos von verschiedenen Formen zu bringen.

Zwei Hauptarten von Bewegungen lassen sich zunächst unterscheiden: Die Bewegungen, welche eine eigene Thätigkeit des Organismus voraussetzen, die aktiven Bewegungen, und die, welche nur durch bewegte äussere Medien auf den Organismus übertragen werden, die passiven Bewegungen.

In grösster Mannigfaltigkeit finden sich die Mittel für die letztere Art der Lokomotion, zumal die passive Bewegung durch die Luft im Pflanzen-

reiche. Keines der Mittel, die geeignet sind, um solche Transporte zu bewirken, bleibt unverwendet.

Da der Widerstand, den ein Körper der Fortbewegung durch die Luft entgegenstellt, abhängt von dem Verhältnisse, das besteht zwischen seinem Gewichte und der Oberfläche; da das Gewicht selbst aber wiederum abhängt von der Grösse des Körpers und seinem spezifischem Gewichte, so giebt es drei Möglichkeiten, die Transportfähigkeit eines Körpers durch bewegte Luft zu erhöhen. Diese Mittel sind die Verringerung der Grösse des Körpers, die Verkleinerung seines spezifischen Gewichtes und die Vergrösserung seiner Oberfläche.

Von zwei Körpern, die dasselbe spezifische Gewicht und ähnliche Körperform haben, erfährt der kleinere den relativ grösseren Druck des Mediums, da sich das Gewicht im kubischen Verhältnisse, die Oberfläche dagegen nur im quadratischen Verhältnisse verringert; sein Widerstand also proportional ist seiner Dicke. Je kleiner also ein Körper ist, desto leichter wird er durch ein bewegtes Medium fortgeführt, desto langsamer fällt er in demselben.

Das Wasser eines Baches rührt, wenn es langsam fliesst, nur die allerfeinsten Schlammtheilchen vom Grunde auf; bei steigender Geschwindigkeit der Wasserströmung bewegt es grössere und immer grössere Sandtheilchen und schwillt der Bach durch heftige Regengüsse zum reissenden Wildwasser an, so vermag er selbst grössere Felsstücke fortzuschieben. — In genau derselben Weise und nach genau denselben Gesetzen wirkt auch die Luft auf die Pollenkörner und Sporen, die Samen und Früchte der Pflanzen und auf die oft mikroskopisch kleinen Eier der Thiere. — — —

— — — Bei der Unvollkommenheit der Apparate für die passive Ortsbewegung ist es begreiflich, dass dieselbe eine verhältnissmässig so beschränkte Anwendung gefunden hat, dass sie namentlich fast nie zum Transporte von Thieren der höheren Ordnungen verwendet wird.

Die Möglichkeit einer Erweiterung der Mittel zur Fortbewegung ist gegeben dadurch, dass die organischen Gewebe, zumal ganz allgemein die des Thierkörpers, einer eigenen Thätigkeit fähig sind. — Ausnahmslos ist es sowohl bei thierischen wie bei pflanzlichen Bewegungserscheinungen eine kontraktile Substanz, die die Verschiebung der Theilchen bewirkt. Sie verändert die Gestalt der Oberfläche des Organismus und je nach der Art der Formveränderung der Oberfläche entstehen die verschiedensten Einwirkungen des Organismus auf das umgebende Medium — das organische Wesen selbst übt auf das berührende Medium einen Druck aus, und so entsteht durch die Gegenwirkung die aktive Ortsbewegung.

Die Formänderung aussert sich entweder in einer blossen Volumveränderung oder in einer Veränderung der Stellung der Theilchen zu einander; ihre Wirkung ist im ersten Falle ein statischer Druck, im zweiten Falle ein dynamischer Druck.

Die Vorrichtungen für die Fortbewegung organischer Körper durch statischen Druck sind in der Natur auf das Wasser beschränkt und sie müssen es sein, da das specifische Gewicht der organischen Substanzen beinahe das des Wassers ist und da in keinem organischen Körper ein Gas vorkommt, das spezifisch leichter wäre als die Luft. — Die häufig von Laien aufgestellte Behauptung, die Insekten, Fledermäuse und Vögel flögen durch ihre Leichtigkeit, beruht auf Einbildung. Das spezifische Gewicht dieser Thiere ist ebenso gross wie das der anderen. Allerdings schliessen die Federn der Vögel eine Menge Luft ein, dieselbe trägt aber selbstverständlich zum Heben des Thieres in der Luft ebenso wenig etwas bei, wie der Wasserballast eines mit doppeltem Boden versehenen Schiffes den Auftrieb desselben vermehrt. Aehnlich ist es mit der in den Luftsäcken und den hohlen Knochen der Vögel enthaltenen Luft. Die Steigerung der Temperatur, die diese Luft im Körper des Thieres erfährt, bewirkt bei der unbedeutenden Menge der Luft einen so geringfügigen Auftrieb, dass man ihn nicht in Rechnung zu ziehen braucht. Der durch die Erwärmung in den Luftsäcken und hohlen Knochen bewirkte Auftrieb beträgt bei einem Vogel von 1 Kilo Gewicht höchstens 0,2 g also $^1/_{5000}$! — Es hat somit der Luftballon weder als Charlière noch als Montgolfière in der organischen Natur ein Analogon; dagegen findet das ihm zu Grunde liegende Prinzip für das Heben und Senken im Wasser eine gewisse, wenn auch sehr beschränkte Anwendung.

Unter den dem Leben im Wasser angepassten Thieren sind es zumal die Fische, welche in ihren Schwimmblasen derartige Apparate besitzen. Der Körper der Fische hat ein spezifisches Gewicht, welches wenig grösser ist, als das seines Mediums, des Wassers. Die Schwimmblase gestattet nun dieses Uebergewicht zu äquilibriren und auch ein Untergewicht, einen Auftrieb herzustellen. — Indessen verlangt sie eine ausserordentliche sorgfältige Regulirung ihres Volums. Ebenso wie ein Luftballon, wenn er steigt, durch den in den oberen Luftregionen abnehmenden Luftdruck eine Ausdehnung seines Gases und somit eine bedeutende Dehnung seiner Hülle erfährt, so dehnt sich auch beim Steigen der Fische die Schwimmblase mehr und mehr aus. Da eine 10 m dicke Wasserschicht den Druck von einer Atmosphäre ausübt, so würde sich das Volum der Schwimmblase bei einem Fische, der von nur 10 m Tiefe an die Oberfläche stiege, verdoppeln; wenn also der Fisch nicht durch Muskeldruck der immer mehr und mehr wachsenden Pressung der Schwimmblase Widerstand leistet, so müsste entweder die Blase platzen oder das Thier durch die Ausdehnung der Blase bedeutende Verletzungen erleiden. In der That beobachtet man auch, wenn ein Fisch in grosser Tiefe an der Angel gefangen wird und zu rasch heraufgeholt wird, als dass er eine Regulirung des Blasenvolums vornehmen könnte, dass er mit ausgedehnter Blase, hervorgetriebenen Eingeweiden und gesprengter Bauchhaut an die Oberfläche kommt. — Unter normalen Verhältnissen wird

dieses übermässige Anschwellen der Schwimmblase durch den regulirenden Muskeldruck verhindert. Es würde ja auch sonst die immer mehr und mehr zunehmende Grösse der Schwimmblase den Fisch bei jeder noch so kleinen Aufwärtsbewegung bis an die Wasseroberfläche treiben.

Ganz ähnlich ist es beim Sinken. Wenn ein Fisch an der Oberfläche schwimmt und durch einen Druck auf die Schwimmblase sein Volum vermindert, so muss er sinken. Dabei würde durch den Druck der mit zunehmender Tiefe immer grösser werdenden Wassersäule die Schwimmblase immer mehr und mehr zusammengedrückt werden und der Fisch müsste zu Boden sinken, wenn er nicht durch den Zug seiner Muskeln der weiteren Zusammendrückung ein Ziel setzte. — Allerdings treten die Hebungen und Senkungen eines Fisches durch statischen Druck nur dann klar hervor, wenn derselbe seine Flossen vollständig ruhig hält. Bewegt ein Fisch seine Schwanzflosse, so dient ihm diese als Propeller und er kann dann durch die Stellung der Brust- und Bauchflossen seiner Vorwärtsbewegung leicht jede gewünschte Ablenkung von der horizontalen Richtung verleihen. Es wird somit bei diesen Bewegungen die Regulirung der Grösse der Schwimmblase nur nothwendig, um übermässige Zerrungen und Pressungen der Baucheingeweide zu verhindern. Es geht hieraus hervor, dass die Schwimmblase nur eine sehr beschränkte Bedeutung hat für das Heben und Senken des Thieres, die Lokomotion durch statischen Druck tritt somit beim Fische nicht rein hervor. In vollkommener Reinheit zeigt sie sich dagegen bei den im Wasser lebenden Lungenschnecken, wenn dieselben um Luft zu holen an die Oberfläche kommen. Indem diese die in der Lungenhöhlung eingeschlossene Luft durch Dehnung der die Lungenhöhle umgebenden Muskeln ausdehnen, vergrössern sie ihr Deplacement und so schweben sie geraden Weges an die Oberfläche empor; werden sie dort beunruhigt, so pressen sie die Luft wieder in der Lungenhölung zusammen, verringern also ihr Deplacement und sinken auf den Boden. Es ist somit die luftgefüllte Lungenhöhlung der Schnecken und auch die Schwimmblase der Fische ein hydrostatischer Apparat. Sie sind genau nach denselben Prinzipien gebaut wie der Luftballon und zwar kann man sie ansehen als Luftballons, welche eine Regulirung ihres Auftriebes resp. ihres Sinkens durch willkürliche Ausdehnung resp. Kompression des Gases bewerkstelligen.

Diese Eigenschaft der selbstständigen Regulation des Hebens und Senkens gestattet demgemäss die Bewegung zu jeder Zeit zu beginnen und zu unterbrechen; sie bezeichnet dadurch einen grossen Fortschritt gegenüber den Vorrichtungen zur passiven Ortsbewegung.

Dagegen fehlt den Vorrichtungen für die Bewegungen durch statischen Druck ohne Ausnahme (ebenso wie den Vorrichtungen für passive Bewegungen) die Lenkbarkeit. — In der ganzen Natur giebt es kein Beispiel dafür, dass ein Körper ohne eigene Bewegung, d. h. ohne dynamischen Druck, die Bestimmung über seine Richtung beibehält. Das Problem, einen lenkbaren

Ballon herzustellen, ist daher zweifellos unlösbar, wenn man nur passiven Winddruck und statischen Druck verwendet; alle Versuche, einen Ballon mit Segeln zu lenken, müssen scheitern.

Erst die Fortbewegung durch dynamischen Druck verleiht dem Thiere seine vollständige Selbstbestimmung in Bezug auf Richtung, Dauer und Schnelligkeit der Bewegung. Erst bei ihr zeigt sich die grosse Mannigfaltigkeit der Organe in ihren Formen und ihren Bewegungen. Doch sind gewisse Eigenschaften allen diesen Vorrichtungen gemeinsam.

In erster Linie die Eigenschaft der Kontraktilität der Körpersubstanz oder bei den höheren Thieren eines Theiles derselben. Bei fast allen Thieren hat diese kontraktile Substanz, das Muskelgewebe, das Aussehen zahlreicher dicht aneinander liegender, an den Enden zugespitzter spindelförmiger Fäden. Indem diese elastischen Fäden sich verkürzen und dann wieder (passiv) strecken, machen sie Bewegungen, welche mit dem in der Physik üblichen Namen der Schwingungen belegt werden können. — Aus der Art dieser Schwingungen sowie der Anordnung der sie ausführenden kontraktilen Körpersubstanz ergeben sich sodann die verschiedenen Formen der Ortsbewegung.

Die Hauptarten der hier in Betracht kommenden Schwingungen sind die Longitudinal-, Transversal-, Radial- und Torsionsschwingungen.

Wenn ein an seinem einen Ende befestigtes elastisches Seil, etwa ein Kautschukrohr, an seinem freien Ende mit einem Gewichte belastet wird, so erfährt es eine Streckung; wird nun das dehnende Gewicht entfernt, so verkürzt und verlängert es sich mehrfach und es bewegen sich dabei die einzelnen Punkte des Körpers in der Richtung seiner Längsachse hin und her; diese Bewegungsform, die Longitudinalschwingung, stellt den einfachsten Fall der Schwingungen dar.

Spannt man eine dünne möglichst biegsame Schnur von grosser Länge aus und bewegt ihr freies Ende rasch auf und ab, so sieht man die Bewegung als Wellenberg und Wellenthal auf der Schnur fortlaufen; jeder einzelne Punkt des schwingenden Körpers bewegt sich dabei in einer gegen die Längsrichtung des Körpers senkrechten Linie auf und ab; diese Bewegungsform ist die der Transversalschwingungen. Auch sie kommt in der Natur in zahlreichen Fällen vor.

Das wesentliche Merkmal der Transversalschwingungen, dass die Bewegung der Punkte senkrecht gegen die Punktreihe erfolgt, findet sich wieder bei solchen Bewegungen, die durch wechselnde Zusammenziehungen und Ausdehnungen ringförmiger Muskeln erfolgen. Ein jeder Punkt eines solchen Muskels bewegt sich senkrecht zur Tangente des durch den Muskel gebildeten Kreises. Man könnte diese Radialschwingungen demgemäss als eine besondere Form von Transversalschwingungen betrachten.

Die wichtigste und zumal bei den höheren Thieren fast ausschliesslich angewandte Art der Bewegungen sind die Torsionsschwingungen. Diese

werden erhalten, wenn man ein biegsames Seil von bedeutender Länge am einen Ende befestigt und das andere Ende rasch im Kreise herumbewegt. Es verlaufen dann wellenförmige Bewegungen in der Art an der Schnur entlang, dass ein jeder Wellenberg in einer Spirallinie fortschreitet, d. h. die Wellenberge beschreiben eine Linie von der Gestalt einer um einen Cylindermantel gewickelten Spirale.

Es erfolgt somit die Oscillation der einzelnen Punkte bei den Longitudinalschwingungen in der Richtung der Punktreihe, bei den Transversal- und Radialschwingungen schwingt jeder Punkt senkrecht zur Richtung der Punktreihe und bei den Torsionsschwingungen findet eine Drehung um dieselbe statt.

Bezüglich des Eintrittes dieser Bewegungserscheinungen an den verschiedenen Theilen des Körpers eines Thieres ist dabei besonders zu beachten, dass nie alle Theilchen desselben gleichzeitig in Bewegung gerathen, gleichzeitig die Grenzen ihrer Oscillationsamplitude erreichen und gleichzeitig ihren Rückweg beginnen; stets beginnt die Bewegung an einem Ende und jedes folgende Theilchen macht dann dieselben Oscillationen wie das vorhergehende, nur mit dem Unterschiede, dass es seine Bewegungen um so später beginnt, je weiter es von dem Ursprunge der Wellenbewegung entfernt ist. Mit anderen Worten, es handelt sich nie um stehende sondern um fortschreitende Wellen. — Die Nichtbeachtung dieser Eigenschaft aller thierischen Bewegungen hat schon sehr vielfach zu grossen Irrthümern betreffs der Mechanik derselben Veranlassung gegeben. — — —

— — — Nur bei den niederen Thieren ist die äussere Haut das Organ für die Aufnahme sowie für die Verdauung der Nahrung; bei allen höheren Thieren genügt sie diesem Zwecke nicht mehr. Da bei der Vergrösserung eines Körpers das Volum im Kubus, die Oberfläche dagegen nur im Quadrate wächst, so wird, da ein bestimmtes Verhältniss zwischen Oberfläche und Gewicht nöthig ist, aus einfachen geometrischen Gründen bei steigendem Wachsthum der Körper nicht sich selbst ähnlich sich vergrössern können, sondern es wird das zur Ernährung nothwendige Verhältniss zwischen Volum und Oberfläche nur erhalten bleiben können, wenn eine bedeutende Vergrösserung der endosmotisch wirksamen Oberfläche eintritt.

Diese Vergrösserung der Oberfläche lässt sich auf zweierlei Arten erzielen; nämlich erstens auf dem Wege der Einstülpung, zweitens auf dem der Ausstülpung. Das Wachsthum der dem Stoffwechsel dienenden Oberfläche geschieht bei den sämmtlichen grösseren Thieren durch Einstülpung. Die Vergrösserung der der Ortsbewegung dienenden Oberfläche geschieht dagegen nach beiden Methoden, durch Einstülpung und durch Ausstülpung. Erstere findet für die Ortsbewegung im Wasser eine Anwendung in der Art, dass die durch die Einstülpung gebildeten Hohlräume das Wasser aufnehmen, es dann durch Zusammenziehung der kontraktilen Substanz der Wände herauspressen und so durch die Reaktion des nach hinten getriebenen Wassers den Körper des Thieres nach vorn bewegen. Diese Einrichtung

entspricht also ganz vollkommen den in der Schiffsbaukunst unter dem Namen der Wasserstrahlpropeller bekannten Apparaten.

Am reinsten kommt das Prinzip der Wasserstrahlpropeller bei den Salpen zum Ausdruck; durchsichtigen, halbcylindrischen Thierchen, welche das Wasser an ihrem spitzen Vorderrande durch eine kleine Oeffnung eintreten lassen und es dann durch die weite hintere Auswurfsöffnung wieder ausstossen. — Bei den Quallen dient ein und dieselbe Oeffnung abwechselnd als Eintrittsöffnung und Austrittsöffnung. Bei ihnen hat der ganze Körper die Form einer gewölbten Schale. Der Mittelpunkt der konvexen Seite ist das Vorderende. Um diesen Pol ziehen sich in der Richtung der Breitengrade zahlreiche Muskeln; dieselben pressen, wenn sie sich kontrahiren, das Wasser aus der weiten Oeffnung der Glocke heraus und treiben so den Körper vorwärts. Oeffnet das Thier die Scheibe wieder, so verlangsamt sich die Bewegung. Der Druck, den das Wasser durch die konkave Hinterfläche erfährt, ist weit energischer als der Widerstand, den die konvexe Vorderseite findet. Es ist also selbstverständlich der Impuls nach vorwärts weit stärker, als die Retardirung durch das Oeffnen.

Während die Wasserstrahlpropulsion bei den Salpen und den Quallen die einzige Art der Fortbewegung ist, findet sie sich als eine nur selten verwendete Einrichtung bei den Tintenfischen. Diese Thiere besitzen einen in dem weiten Mantel versteckten Tintenbeutel, welcher ausser Wasser den unter dem Namen Sepia allbekannten schwarzbraunen Farbstoff enthält. Wird nun das Thier beunruhigt, so presst es den Inhalt des Tintenbeutels mit grosser Gewalt durch die enge nach vorn geöffnete Oeffnung, den Trichter, und schleudert durch den Rückstoss seinen Körper mehrere Meter weit fort (rückwärts), das Wasser ringsum trübend. Indessen bedienen sich die Tintenfische dieser Einrichtung nur in Fällen der höchsten Noth. — — —

— — — Aehnlich wie in der Schiffsbaukunst trotz zahlreicher Versuche das System der Wasserstrahlpropulsion nur eine sehr beschränkte Anwendung gefunden hat, so ist auch in der Natur die Fortbewegung durch Radialschwingungen eine sehr beschränkte; sie ist auch vollkommen auf die Fortbewegung im Wasser beschränkt. Für ein Vorwärtsschieben durch die Luft durch Repulsion derselben, wie sie bei den Raketen statt hat, findet sich in der Natur ebensowenig ein Analogon, wie für die Fortbewegung durch die Luft vermittels statischen Druckes. Eine Fortbewegung durch die Luft wird vielmehr erst möglich bei Anwendung von aus dem Körper hervorgestülpten Flächen. Eine solche Bildung von Flächen ist es, die dem Thiere den höchsten erreichbaren Grad der Beweglichkeit verleiht, die zu gleicher Zeit die Gestaltung des Körpers in unendlich mannigfaltiger Weise variiren lässt.

Aber trotz der zahllosen Verschiedenheiten, die diese Bewegungsflächen unter einander zeigen, haben sie doch gewisse gemeinsame Merkmale in der Form und die Art der Bewegungen ist fast überall dieselbe.

Als die Grundform, die in allen Bewegungsapparaten wiederkehrt, kann man die Schraube betrachten. Schraubenförmig gedreht ist der Flügel des Insektes sowohl wie des Vogels beim Fliegen, die Flosse der Fische beim Schwimmen; dieselbe Form findet sich wieder an allen Knochen der Wirbelthiere; die spiraligen Gelenkflächen und die wie abgedrechselt aussehende, zierlich gewundene Form der Röhrenknochen zeigt, in welcher Weise die Muskelfasern verlaufen. Auch sie sind durchwegs spiralig; wie der Ausguss der Herzkammern, so lässt auch der Verlauf der grossen Muskelgruppen, die den Rumpf umgeben, die Schraubenform auf's deutlichste hervortreten.

Und der Form der bewegenden Flächen entspricht die Art der Bewegungen. Beim Gehen sowohl wie beim Schwimmen und beim Fliegen werden die bewegenden Flächen abwechselnd gehoben und gesenkt und gleichzeitig abwechselnd von der Medianebene des Körpers entfernt und ihr genähert.

Man stellt sich diese Bewegungen am besten vor, wenn man die Arme im Kreise herumbewegt und zwar in der Stirnebene, d. h. einer auf der Horizontalebene und der Symmetrieebene senkrechten Ebene. Geht man dabei vorwärts, so beschreiben die Fingerspitzen eine Linie wie sie eine auf einem Cylindermantel aufgewickelte Spirale darstellt. Genau in derselben Weise bewegt sich bekanntlich jeder Punkt der Schiffsschraube (so lange das Fahrzeug steht) in einer Kreislinie; beim Vorwärtsgehen des Schiffes dagegen wird aus dieser Kreisbahn eine Spirallinie.

Man kann somit die Bewegung durch Torsionsschwingungen als einen eigenthümlichen Fall der Schraubenpropulsion betrachten, ebenso wie sich die Bewegung durch Radialschwingungen, als eine Art von Wasserstrahlpropulsion auffassen lässt.

(Für die dritte Art der in der Schiffstechnik verwendeten Art der Propeller, die Schaufelräder, findet sich in der Natur kein Analogon; ebene Flächen kommen ja überhaupt in der organischen Natur nicht vor. Da Schaufelräder nur an der Grenze zweier Medien verwendbar sind, gestatten sie nur eine Bewegung nach zwei Richtungen. Dieses sind die Gründe, weswegen sie in der organischen Natur nicht vorkommen.)

Wie die Transversalschwingungen geschehen auch die Torsionsschwingungen bald asymmetrisch, bald symmetrisch. — — —

— — — Von allen Formen der Bewegung ist unzweifelhaft die der symmetrischen Torsionsschwingungen die häufigste. Die Vögel beim Hüpfen, die Enten, Gänse und Schwäne beim eiligen Schwimmen, die Pferde beim Sprunge bedienen sich dieser Form der Bewegung; dieselbe findet sich wieder beim Sprunge der Kängeruhs, der Heuschrecken, des Flohs, der Erdflöhe (Haltica) sowie in zahllosen ähnlichen Fällen, vor allem aber gehört in diese Kategorie von Bewegung der Flug aller Insekten, Fledermäuse und Vögel; also der Artenzahl nach des weitaus grösseren Theiles des ganzen Thierreiches.

Die Betrachtung der Flugbewegungen zeigt die grosse Analogie zwischen

dem Fluge und der Schraubenpropulsion. Man kann den Vogel betrachten als ein Schiff, welches sich vermittels zweier in entgegengesetzter Richtung rotirender Schrauben vorwärts bewegt. Dabei geschieht die Steuerung nach rechts und links durch einseitige Vergrösserung oder Verkleinerung der Schraubenflächen, die Steuerung nach oben und unten dagegen in den meisten Fällen durch Heben und Senken des Schwanzes. Ganz ähnlich wie bei den Vögeln sind die Flugeinrichtungen bei allen fliegenden Thieren. Ueberall sind der Wirkungsweise nach nur zwei Flugplatten vorhanden.

Bei den Insekten sind zwar mit Ausnahme der Dipteren fast ausnahmlos vier Flügel vorhanden. Indessen werden die Vorderflügel häufig nicht mitbewegt und dienen nur als Flügeldecken (Käfer), ja sie können selbst vollkommen geschlossen bleiben beim Fliegen (Cetonia). Diese Thiere fliegen also nur mit zwei Flugplatten. Dasselbe geschieht aber auch da, wo Vorder- und Hinterflügel schwingen. Es sind dann nämlich fast immer besondere Einrichtungen getroffen, die die Verbindung der Vorder- und Hinterflügel zu einer so engen machen, dass die beiden Flügel einer Seite der Funktion nach nur ein Organ darstellen. Diese Verbindung geschieht bei den Wespen sowie bei vielen Wanzen durch Haken und Oesen. — Auch wo solche Verbindungen fehlen, ist eine gesonderte Bewegung der beiden Flügel einer Seite durch die Einrichtung der Muskulatur des Thieres unmöglich gemacht. Selbst die zierlich getheilten vier Flügel der Federgeistchen, welche bis zum Grunde fächerartig in meist zehn feingegliederte Lappen gespalten sind, stellen der Funktion nach ebensogut nur zwei Flugplatten dar, wie die in zahlreiche auseinandergespreizte Federn auslaufenden Flügel einer Krähe.

Wie in der Zahl der schwingenden Platten, so ist auch in der Art des Baues und der Bewegung derselben eine grosse Uebereinstimmung. Alle Flugapparate der Thiere bestehen ausnahmlos aus zwei Theilen, einem harten mehr oder weniger steifen Vorderrande und einem daran befestigten weicheren Theile. Bei allen fliegenden Thieren wirkt der steife Vorderrand mit dem daran befestigten weicheren Theile wie ein Mast mit einem daran befestigten Segel. Wenn der Wind ein Schiff genau von der rechten Seite trifft, so muss das Segel sich schräge nach links und rückwärts stellen, kommt der Wind genau von der linken Seite, so stellt das Segel sich nach rechts und rückwärts. Käme der Wind bei einem Schiffe abwechselnd von der rechten und von der linken Seite, so würde das Segel entsprechend rechts und links geworfen, das Boot würde dabei fortfahrend in derselben Richtung vorwärts gehen.

(Schluss folgt.)

Bücher über Luftschifffahrt.

Besprochen durch Lieutenant Freiherr **vom Hagen.**

I.

Das Studium der Luftschifffahrt wird dem Forscher im Allgemeinen dadurch, dass die Litteratur des Gegenstandes grösstentheils aus Broschüren und einzelnen Aufsätzen besteht, wesentlich erschwert, wozu noch kommt, dass

die grösseren und werthvolleren derartigen Werke in französischer und englischer Sprache geschrieben sind und bisher noch keinen Uebersetzer gefunden haben. Reich an seltsamen Ideen und kuriosen Phantasien ist diese aëronautische Litteratur, da es aber nicht Sache beschränkter Köpfe ist, sich mit solchen Problemen zu beschäftigen, so findet sich oft in der reichlich vorhandenen Spreu auch manches gute Korn und der Suchende wird immer auf eine oder die andere Weise für seine Mühe belohnt werden. Mögen sich die Projektanten nicht scheuen, ihre Gedanken zu Papier zu bringen; es wird zwar eine grosse Menge werthloser Schriftstücke dabei entstehen, aber immerhin kann das Niedergeschriebene eines Erfinders wenigstens dazu dienen, manchen seiner Nachfolger zu überzeugen, dass ihr Erdachtes nicht neu ist, dass ein anderer kluger Kopf bereits vor ihnen dasselbe ausgeheckt hat und dass schon früher von Fachmännern die gleichen Vorschläge geprüft und leider verworfen worden sind. Allmählich kommen wir dem Ausspruche Ben Akiba's, auch bezüglich der Projekte zur Lenkbarmachung von Luftballons, immer näher: „Es ist Alles schon einmal dagewesen.“

Finden wir unter den niedergeschriebenen Projekten auch solche, vielleicht sogar viele, die allen Gesetzen der Physik, Chemie und Mechanik etc. Hohn sprechen, so können die Verfasser den Lesern ein gewisses Lächeln nicht verargen; aber verwerflich sind ihre Werke deshalb nicht, sondern sie dienen als Warnungstafeln für andere, sagen wir Phantasten. Theilen wir daher die vorhandenen Bücher und Broschüren in nützliche, d. h. unmittelbar verwendbare, und in andere, weniger nützliche, aber als Warnungstafeln beachtenswerthe, so bleiben uns ausserdem noch die vorhandenen Zeitungsberichte zu betrachten.

Vertieft man sich mehr und mehr in die Geschichte der Luftschifffahrt, so findet man in verschiedenen Blättern derselben Zeit ganz entgegengesetzte Angaben. Es erinnert dies an moderne Kritiken über ein neues Bühnenstück; denn während einige Zeitungen darüber des Lobes voll sind, wird dasselbe oft von anderen als völlig unbrauchbar verworfen. Ebenso ist es bei Berichten über Luftreisen und Lenkbarkeitsversuchen. Nach solchen Quellen z. B. hat Blanchard schon im vorigen Jahrhundert die Frage der Lenkbarmachung gelöst und ich möchte fast glauben, dass das geflügelte Wort: „Ach, das ist nur eine Zeitungsente“, zuerst mit Bezug auf die Herren Projektanten gebraucht ist, die gern fliegen wollten, wie die wilden Enten, es aber schliesslich nur zum Flügelschlag und zum Watscheln der zahmen Enten gebracht haben. Auch bei Betrachtung der Zeichnungen von Luftfahrzeugen u. s. w. müssen wir vielfach staunen über die Verzierungen, über die schönen allegorischen Figuren, welche namentlich die ersten Ballons geschmückt haben, aber ob diese Ballons in Wirklichkeit so ausgesehen, ist doch sehr die Frage. In dieser Beziehung erinnere ich an „Le Flesselles“, bekanntlich die grösste Montgolfière, welche am 19. Januar 1784 zu Lyon mit sieben Personen, darunter Montgolfier, aufstieg. Es existiren davon drei ganz verschiedene Abbildungen, mithin ist in den Bildern Wahrheit und Dichtung so eng gepaart,

dass die Gestalt und das Aussehen des eigentlichen Ballons, wie er wirklich gewesen, gar nicht mehr zu constantiren ist. Es ist dies schliesslich nicht sehr wichtig bei einer Montgolfière, wohl aber z. B. bei einem völlig neuen Fallschirm, wie z. B. der von Cocking, über den die wundersamsten Abbildungen vorhanden sind, während „A system of Aeronautics“ von Wise zuerst die richtige gebracht hat.

Dem Deutschen Verein zur Förderung der Luftschifffahrt ist man zu grossem Danke verpflichtet, weil er durch Anlegung einer Bibliothek das Studium der Aëronautik und namentlich das vergleichende Studium der aëronautischen Litteratur in ausgezeichneter Weise fördert. Diese in Deutschland einzig dastehende Sammlung von Büchern über Luftschifffahrtskunde bietet ein so reiches Feld für den Forscher, ein so ergiebiges und reichhaltiges Material für alle Projektanten und Erfinder, dass man nur hinein zu greifen braucht, um die interessantesten Werke in die Hand zu bekommen.

Betrachten wir beispielsweise ein Buch von Dupuis-Delcourt, erschienen in Paris 1850. Dieses Werk bildet einen Band der „Encyclopédie Roret“ und betitelt sich: „Nouveau manuel complet d'aérostation ou guide pour servir à l'historie et à la pratique des ballons, par Dupuis-Delcourt, ingenieur-aéronaute.“

Auf dem Titelblatte steht folgender Spruch:

„Ce globe qui s'élève et qui perce la nue,
De l'empire des airs nous ouvre l'étendue.“
G. de la Brunellerie.

(„Der Ballon erhebt sich und indem er Wolken durchdringt,
Er uns die Herrschaft der Lüfte und den Himmel erringt.“)

Das Werk enthält in 22 Kapiteln so ziemlich Alles, bis zum Jahre 1850, und 21 Bildnisse der ersten Luftschiffer und Luftschifferinnen (Montgolfier's, Charles' u. s. f.), ausserdem einige Abbildungen von Ballons und Projekten. Die Bilder sind klein und einfach gezeichnet, dabei aber deutlich und bringen manches Neue, was in andern Büchern nicht zu finden ist. Druck und Papier sind aber herzlich schlecht; namentlich der Druck ist seiner Kleinheit wegen für die Augen sehr anstrengend und auf die Dauer unerträglich. Der Inhalt dagegen ist beinahe vollständig zu nennen und von grossem Interesse. Wie fast alle Bücher der Luftschifffahrt beginnt dies Werk mit Dädalus, nur wird vorher kurz erwähnt, dass Merkur und eine Anzahl anderer Götter fliegend gedacht wurden. Hieraus sei zu ersehen, dass schon im grauen Alterthum des Menschen Geist sich lebhaft mit dem Fluge beschäftigte, und da ihm das Fliegen nicht möglich war, er diese Eigenschaft den Göttern beilegte. Dupuis-Delcourt zählt nun eine Reihe mythologischer Fabeln auf, z. B. wie Zeus im Goldregen zu Danaë niedersteigt; er erwähnt ferner Milton's verlorenes Paradies, und ausserdem aus dem 16. und 17. Jahrhundert Schott, Cardan, J. Scaliger und Borelli. Voltaire wird auch genannt, weil er im Micromégas einen Helden, der alle Planeten und Kometen besucht, beschreibt. Ariost wird wegen seiner Erfindung des Hypogryphen besonders

aufgeführt; es folgen dann andere Romanhelden und ähnliche fliegende Phantasiegespinnste mehr, deren Erwähnung vielleicht dieselbe Berechtigung hat, wie Dädalus. Simon und Petrus fehlen in seiner Angabe ebensowenig wie die Taube des Archytas. In Kürze mag Folgendes, was ich in andern Büchern nicht gefunden habe, angeführt sein. Unter Ludwig XIV. kündigte ein Seiltänzer Albardan an, dass er vor dem Könige in Saint-Germain ein Flugexperiment unternehmen würde, er stürzte aber auf eine Terrasse und verletzte sich gefährlich. Ebenso war mir neu, dass ein Abbé Mouger einen Flugversuch am 11. Mai 1773 gemacht habe. Montgolfier's und Charles' Erfindung und die ersten Fahrten sind mit grosser Genauigkeit und allem Anschein nach so wahrheitsgemäss angegeben, wie man sie wohl in keinem Buche besser finden wird. Die Berichte, welche über diese Erfindung und die ersten Fahrten der Akademie der Wissenschaften vorgelegt worden sind, hat Dupuis-Delcourt wörtlich aufgeführt. Das Buch enthält auch noch mehrere andere Aktenstücke der damaligen Zeit, z. B. einen Brief L. Bonaparte's an Garnerin, der bekanntlich zur Feier der Krönung Napoleons einen Ballon steigen liess, welcher am nächsten Morgen dicht bei Rom am Grabmal des Nero niederfiel. Der Zorn hierüber soll das Motiv gewesen sein, weswegen Napoleon die Militairaëronautenschule zu Meudon aufgelöst hat. Der Brief an Garnerin lautet:

Liberté, egalité.
Paris, 21 fructidor, an VIII de la republique française,
une et indivisible.

Bürger! Sie eröffnen mir, dass Sie durch Ihre aërostatischen Experimente das Fest des nächsten 1 rend (Herbstmonat) verschönern wollen. Ich nehme Ihr Anerbieten unter folgenden Bedingungen an: 1. werden zwei vorausgeschickte Ballons verlangt, welche die Richtung des Windes anzeigen sollen; 2. ein vergoldeter Ballon, welcher die Sonnenstrahlen zurück wirft, und welcher aussehen muss, wie ein grosser Stern, und 3. wird Ihre eigene Auffahrt im Ballon und Niederfahrt in einem Fallschirm verlangt. Für diese drei Experimente erhalten Sie für Ihre Unkosten und als Honorar 15 000 Franken. Nehmen Sie diese Vorschläge an, so autorisire ich Sie hiermit, Alles vorzubereiten, um den Erfolg dieser Experimente sicher zu stellen. Indem ich Sie grüsse L. Bonaparte.

Garnerin scheint überhaupt nicht in Geldverlegenheit gewesen zu sein, denn zum Beispiel zu seiner Fahrt am 14. Juli 1801 hatte ihm das Gouvernement 30 000 Franken gegeben.

Dupuis-Delcourt konstruirte bekanntlich im Jahre 1845 einen Ballon aus Kupferblech, von welchem er sich so grosse Erfolge versprach, dass er am 16. Mai 1845 ein Schreiben an den Minister des Innern sandte, worin er die bisher angewandten Mittel zur Lenkbarmachung des Luftballons in besonderer Tabelle zusammenstellte und um Geldunterstützung für Verwirklichung seiner Ideen bat. Diese Tabelle lautet:

Eintheilung der Mittel, welche vorgeschlagen sind, um Ballons zu lenken.

Montgolfièren oder Ballons mit verdünnter Luft.	Wasserstoffgas-Ballons.	
	Chemisch-physikalische Mittel.	Mechanische Mittel.
Oeffnungen für die warme Luft.	Luft oder komprimirtes Gas.	Geneigte Ebenen.
	Dampf { Eolipyle oder gerade ausströmender } feste Lenkbarkeit.	Gebrochene Oberfläche.
		Schraube.
		Segel.
Rückwirkung auf die umgebende Luft.	Schiesspulver. { Einfache Raketen.	Umgekehrte Fallschirme.
	Zusammengesetzte Raketen.	Ruder.
	Kanonen.	Flügelräder.
	Mörser mit Rückstoss.	Blasebälge.
	Bomben.	
	Abgerichtete und vorgespannte Vögel.	
	Atmosphärische Strömungen.	

In einem besonderen Artikel werden die bei der französischen Armee eingeführten und verwendeten Luftschiffer besprochen, wobei Coutelles eigene Ausführungen darüber angegeben sind, welche manches Neue und Interessante bieten, so dass auch deshalb die Lektüre des Dupuis-Delcourt'schen Buches besonders zu empfehlen ist. An einer Stelle des Textes ist ein kleines Bild von Degen eingefügt, welches insofern werthvoll erscheint, als wir darin Degen abgebildet finden, wie er allem Anschein nach mit seinen Flügeln wirklich zu fliegen versucht hat. Es sind nach dieser Abbildung in einer gewissen Höhe zwei vom Boden gleich weit entfernte Rollen angebracht, über welche ein Seil läuft, an dessen eines Ende ein Gewicht angehängt ist, während sich am andern Degen mit seinem Flugapparat befestigt hat. Sein Versuch ging dann jedenfalls dahin, ob er das Gewicht durch die Bewegung der Flügel zu heben im Stande sei. Diese Ueberführung über die beiden Rollen und das daran hängende Gewicht scheint in vielen andern Zeichnungen fortgelassen zu sein, und es ist aus den somit unvollständigen Bildern wahrscheinlich der Irrthum entstanden, dass Degen nur vermöge der Flügelschläge geflogen sei, während er doch bei seinen Fahrten einen kleinen Ballon mitführte und ohne Ballon nur in geschlossenen Räumen seine Flügel probirt hat.

Auf ungefähr 40 Seiten des Buches werden ferner die verschiedensten Hymnen und Gedichte wiedergegeben, welche auf Montgolfier, Charles u. s. w. seiner Zeit in Frankreich verfasst worden sind, und dass Dupuis-Delcourt auch einige Lobeslieder über sich selbst nicht vergessen hat, kann man ihm am Ende nicht allzu sehr verargen.

Von grossem Interesse ist schliesslich noch ein Verzeichniss sämmtlicher Luftschiffer bis zum Jahre 1848 mit Angabe des Ortes, wo sie zuerst aufgestiegen. Wenn wir auch in dieser Zusammenstellung einige Fehler gerade in Bezug auf unsere Luftschiffer bemerken, so muss man die darauf verwandte Mühe und den Fleiss des Autors anerkennen. Im Ganzen ist überhaupt Allen, die sich dem Studium der Luftschifffahrt widmen und die eingehend darüber sich informiren wollen, dies Buch nur zu empfehlen.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve. 18. Année. No. 2. Paris, Février 1885.

Das vorliegende Heft der französischen Zeitschrift bringt unter der Ueberschrift: „Der Artikel des Herrn Jamin," ein Referat über einen von diesem Herrn Akademiker in dem Januarheft der Revue des deux mondes veröffentlichten Aufsatz über die Ballons. Als inseressant für unsere Leser möge hier wörtliche Wiedergabe finden, wie sich Herr Jamin, der als Mann der Wissenschaft nicht nur in Frankreich in Ansehn steht, über die Versuche von Meudon auslässt.

„Dort haben die Hauptleute Renard und Krebs alle erforderlichen Hülfsmittel vorgefunden, um ihren Apparat zusammenzustellen. Er gleicht seinen Vorgängern sehr, nur in Details weicht er von ihnen ab. Sein Motor wird durch die Elektrizität im Gange gehalten, wie der der Gebrüder Tissandier; aber er arbeitet kräftiger; er giebt dem Apparat eine Eigengeschwindigkeit von 5,6 Meter per Sekunde, ein ungemein grosser Vortheil, welcher gleich am ersten Tage in Mitten einer allerdings sehr ruhigen Luft genügt hat, die geringe Geschwindigkeit zu überwinden, welche die atmosphärische Strömung an diesem Tage hatte.

„Es ist ein schönes Resultat, aber man war darauf vorbereitet; die öffentliche Meinung braucht nicht zu glauben, dass es sich bei der Lenkung der Aërostaten um ein Geheimniss handelte und dass dieses plötzlich durch die letzten Forscher entdeckt ist. Es lag ein Problem vor, zu dessen Lösung bereits viel gethan war, welches sogar theoretisch und für ruhige Luft praktisch gelöst war. Die Lösung desselben ist in weiterem Umfange erfolgt, nämlich bis für den Fall, in welchem die Geschwindigkeit des Luftstroms fünf Meter beträgt; weiter geht sie nicht. Um eine grössere Geschwindigkeit zu beherrschen, sind neue Arbeiten und eine bessere Maschine erforderlich. Der unbekannte Urheber aber dieses ersehnten und naheliegenden Fortschritts wird ebensowenig den Erfolg der Herren Renard und Krebs in den Schatten stellen können, als diese die Fortschritte zu verdunkeln vermochten, welche man ihren Vorgängern verdankt."

Am Schlusse seines Aufsatzes*), spricht Herr Jamin die Hoffnung aus, dass neue wissenschaftliche Luftreisen gestatten werden, über die Beschaffenheit unserer Atmosphäre zu sichern Schlüssen zu gelangen.**)

Der „Aéronaute“ bringt ferner den Text einer kurzen Denkschrift über die Lenkung der Aërostaten, welche der auf aëronautischem Gebiete seit lange thätige Herr Duroy de Bruignac der Akademie der Wissenschaften eingereicht hat. Es handelt sich darum, die Schraube zwischen zwei längliche in gleicher Höhe parallel schwebende Ballons zu verlegen, um dieselbe in möglichster Nähe des Widerstandscentrums mit grösster Wirkung arbeiten zu lassen. Bereits 1877 hat Herr de Bruignac diese gewiss beachtenswerthe Idee in einem Aufsatze „Où en est L'aéronautique?“ verfochten, welche sich in den Bulletins der damaligen französischen Luftschifffahrtsgesellschaft Seite 42 findet, doch mag zugleich bemerkt werden, dass Herr Ingenieur Popper in Wien schon einige Jahre früher dieselbe Idee gehabt und mit Zeichnungen und Berechnungen publicirt hat. Es würde sehr schwierig sein, zwei cylindrische Ballons mit genau gleichem Auftriebe herzustellen, wie dies doch nöthig sein würde, um das Zwillingssystem stabil und im Gleichgewichte zu erhalten; wollte man aber zu dem Ende schlauchartige Verbindungen zwischen den Aërostaten herstellen, so ist es wiederum kaum möglich, dieselben gut gasdicht zu erhalten. Bedenken dieser Art haben seiner Zeit Herrn Popper vermocht, das Projekt nicht weiter zu verfolgen.

Unter dem Titel: „Bibliographische Curiositäten,“ bespricht ferner Herr de la Landelle zwei in spanischer Sprache geschriebene, in den Jahren 1762 resp. 1878 erschienene Broschüren. Die letztgedachte, welche einen peruanischen Oberst-Lieutenant Pedro Ruiz zum Verfasser hat, befindet sich zur Zeit in der Vereinsbibliothek und macht faktisch den Eindruck eines „Livre extravagant“, um den Ausdruck des Herrn Berichterstatters zu gebrauchen, ein derber Norddeutscher würde vielleicht eher von groteskem Unsinn sprechen. Den Bericht des Herrn de la Landelle können wir, durch gefällige Mittheilung unseres Vereinsmitgliedes Herrn Frick in Valdivia, noch dahin ergänzen, dass die Flugapparate des Herrn Ruiz im Kriege gegen Chile Verwendung finden sollten und dass der Genannte bei einem Versuche mit dem von ihm erfundenen leichten Motor um's Leben gekommen ist.

Die hierauf folgenden Protokolle der Sitzungen des franz. aëronaut. Vereins vom 13. November, 27. November und 11. Dezember 1884, sowie das der Sitzung vom 8. Januar d. J., bieten nichts Interessantes dar. Die Zahl derjenigen, welche sich durch die Constructionen der Herren Renard und Krebs in ihren Erfinderrechten gekränkt glauben, ist wiederum um zwei vermehrt worden. Ein Herr Basin und der bekannte Brasilianer Herr Ribeiro de Souza in Pará, machen den Offizieren von Meudon die Priorität ihrer Erfindung streitig.

Unter den „Faits divers“ der französischen Zeitschrift wird ferner mitgetheilt, dass die Aeronautical Society of Great Britain für den 1. Juni d. J. eine grosse Ausstellung im Alexander-Palais zu London veranstalten wird. Dieselbe soll, in 9 Sectionen organisirt, folgende Gegenstände enthalten:

---

*) Das Januarheft der Revue des deux mondes, welches den betreffenden Aufsatz enthält, befindet sich in der Vereinsbibliothek.

**) Der bekannte Luftschiffer King in Nordamerika ist augenblicklich für eine Anzahl derartiger Reisen von Männern der Wissenschaft engagirt. In Deutschland geschieht noch nichts und das ist bedauerlich.

1. Modelle und Zeichnungen bezüglich der Ausführung der Luftschifffahrt, ausschliesslich mittels mechanischer Apparate. (Aviation).
2. Modelle und Zeichnungen für praktische Luftschifffahrt, theilweise durch Gewichtsminderung, theilweise durch mechanische Hülfsmittel. Lenkbare Ballons.)
3. Modelle zur Erläuterung des Vorgedachten, welche fliegen, oder ihren Motor hochtragen können.
4. Maschinen nach sicherem Maassstabe construirt, um ein Gewicht zu tragen, gleich dem eines Mannes, entsprechend den Grundsätzen, welche durch die Erfinder aufgestellt sind.
5. Leichte Motoren.
6. Ballons für Personen oder Aërostaten anderer Art.
7. Ballonmaterial oder Treibapparate.
8. Drachen oder andere Apparate gleicher Art zu Rettungsarbeiten an der See, zum Ziehen oder zu andern Zwecken.
9. Gegenstände verschiedener Art, die Bezug auf die Aëronautik haben.

Weitere Ankündigungen zur Sache sollen im Märzheft des Aéronaute erfolgen.

Eine Mittheilung des Herrn Anatole Brissonnet, welche die französische Zeitschrift am Schlusse bringt, möge hier noch als interessant in wörtlicher Uebersetzung folgen:

„Der Captifballon des französischen Heeres, welcher in Tonkin verwendet worden ist, hat in China einen sehr nachhaltigen Eindruck gemacht. Der erste Beweis hiervon, welchen Herr Collin de Plancy eingeschickt hat, besteht in einer aus Peking stammenden Zeitschrift, die auf Reispapier gedruckt ist. Ein im Texte befindlicher Holzschnitt bringt die Abbildung eines gewöhnlichen Aërostaten. Die genaue Uebersetzung des chinesischen Artikels aus dem Journal von Peking, betitelt: „Tze-lin hou-poo“, Nummer vom 22. März 1884, ist die folgende:

> „Die Franzosen haben, zur Verwendung während der militärischen Operationen, nach Annam Ballons mitgebracht, welche grossen Nutzen gewähren. In dem Kriege, welcher seiner Zeit zwischen Frankreich und Deutschland geführt wurde, besassen beide Nationen welche, indem sie sich damit beschäftigten gemäss dem Ausspruche des Confucius: dass der, welcher ein Werk gut durchführen will, zunächst sorgfältig sein Handwerkszeug schleifen muss. Heutigen Tages giebt es keine von den Occidentalen erfundene Kriegsmaschine, welche China nicht auch zu eigen besässe; aber wir haben noch keine Ballons. Viele unserer Landsleute wissen gar nicht, was Luftballons sind. Zu ihrer Anfertigung verwendet man Seide bester Art; das Innere wird mit Gas gefüllt vermittelst chemischer Substanzen. Darunter hängt ein Korb, in welchen man sich setzt und in dem man schwere Steine unterbringt. Diese letzteren wirft man aus, wenn man den Aërostat zum Steigen bringen will. Will man sinken, so öffnet man eine Klappe und das Gas entweicht. Das ist kurz Alles, was man über die Ballons sagen kann.“

„Die andern aus Peking erhaltenen Dokumente bestehen in Proben von Kupfern in ziemlich grossen Dimensionen, die in China sehr verbreitet sind und unter welchen man besonders die ausgewählt hat, auf welchen Ballons dargestellt sind. Eine dieser interessanten Zeichnungen stellt die Niederlage der Franzosen vor einem der Forts

von Tonking vor. So schreibt man in China Geschichte! Am Himmel sieht man einen der französischen Armee-Ballons abgebildet." v. H.

Meteorologische Zeitschrift. Berlin, 1885. Heft II.

Versuche, Drachen zu benutzen, um meteorologische Beobachtungen in höheren Regionen auszuführen, wurden 1749 von Wilson unternommen, um die Temperaturen in höheren Regionen zu bestimmen; 1827 von Colladon und im September 1883 bezw. Februar bis Juni 1884 von Professor E. Douglas Archibald in London zur Bestimmung der Windgeschwindigkeiten in verschiedenen Höhen vorgenommen. Ueber letztere befindet sich in der „Nature" vom 20. November 1884 ein ausführlicher Bericht, dem wir Folgendes entnehmen.

An der Stahldrahtschnur zweier Drachen von 4 und 7 Fuss (engl.) Höhe, von welchen der kleinere 100 Fuss über dem grösseren diesen mittragend bezw. in ruhiger Lage erhaltend schwebt, sind in verschiedenen Höhen Anemometer (Biram-Modell, dem Woltmann'schen Flügelrad sehr ähnlich) befestigt, welche die Windgeschwindigkeit erkennen lassen.

Das Resultat dieser Beobachtungen war im Mittel folgendes:

Zahl der Beobachtungen.	Mittlere Höhe.		Mittlere Geschwindigkeit.	
	obere	untere	obere	untere
6	76	28	8,3	5,8
8	126	53	8,9	7,5
4	193	99	10,1	9,7

Während also die Geschwindigkeit stets zunimmt mit der Höhe, nimmt das Verhältniss dieser Zunahme schnell nach oben und zwar nach den ersten 60—100 Metern ab.

Aehnliche Versuche, welche s. Z. in Brüssel von Lagrange und Risselberghe in geringeren Höhen vorgenommen wurden, ergaben, dass die Aenderung in der Windgeschwindigkeit mit der Höhe in den unteren Regionen sehr veränderlich sind und liessen keineswegs eine stetige Zunahme nach oben erkennen.

Später hat Professor Archibald noch Beobachtungen in Höhen von 330 und 480 Metern vorgenommen, über welche die Resultate indessen nicht angegeben werden.

Professor Archibald will mit diesen Resultaten kein abgeschlossenes Urtheil fällen, betrachtet sie vielmehr als vorläufige Schlussfolgerungen und weisst noch auf Beobachtungen hin, die für die Luftschifffahrt von Bedeutung sind. Er meint nämlich, wenn man an allen Stunden des Tages Beobachtungen machen könnte, würde sich wahrscheinlich eine deutliche tägliche Schwankung in den Unterschieden zwischen den Geschwindigkeiten von zwei gegebenen Höhen herausstellen, und zwar indem die Geschwindigkeit im oberen Niveau wahrscheinlich zu einem Minimum um ungefähr dieselbe Zeit Neigung zeigt, um welche jene an der Erdoberfläche ihr Maximum ereicht. So fliegt der Drachen am Tage häufig sehr schlecht wegen der Anwesenheit aufsteigender und absteigender Strömungen, während gegen Abend, wenn der Wind an der Erdoberfläche nicht selten ganz aufhört, der Drachen in grösserer Höhe sich gut hält und stärker und gleichmässiger zieht, als am Tage. Hiermit stimmt auch eine Angabe von Dr. Köppen in der Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie 1879 überein, der diesen Umstand dem Luftaustausch zwischen den verschieden erwärmten oberen und unteren Schichten zuschreibt.

Die zweite Beobachtung betrifft das Vorhandensein eines aufsteigenden Luftstromes unter Cumulus- und Cumulusstratus-Wolken. Wenn eine solche Wolke herankam, stieg der Drachen häufig bis die Schnur einen Winkel von 60° und mehr

bildete; aber jemehr er steigt, desto schwächer wird sein Zug; in der That liegt der Drachen dann auf seiner Vorderseite, und da er dabei fast seine ganze horizontale Zugcomponente verliert, wächst die Krümmung der Schnur sehr schnell. Nach dem Vorübergehen einer solchen Wolke war häufig die Existenz einer absteigenden Strömung zu bemerken, welche den Drachen veranlasste, herabzusinken, während der Zug an der Schnur zunahm. —

In derselben Nummer der Zeitschrift befindet sich ein interessanter Aufsatz des Dr. Assmann über mikroskopische Untersuchung der Wolken auf dem Brocken, wodurch die neuere Annahme bestätigt wird, dass die Wolken nicht aus Wasserbläschen, sondern aus kompakteren Wassertröpfchen bestehen, die selbst bei einer Temperatur unter 0 (— 10° C.) nicht erstarrt, sondern flüssig waren, und in ihrer Grösse von unten nach oben abnahmen. tz.

Scientific American. New York, 1885.

In der Nummer vom 14. Februar 1885 finden wir ausser Petersen's lenkbarem Luftschiffsprojekt noch einen kleinen Artikel, der uns zeigt, dass man in Amerika Ballons für militairische Zwecke besitzt und auch Versuche damit anstellt. Dieser Artikel lautet:

„Ballonfahrt zu Philadelphia am 19. Januar. Am 19. Januar, Nachmittags 4 Uhr 15 Minuten, stieg in Philadelphia der Sergeant Hammond, von der Signaltruppe der Vereinigten Staaten, mit Professor William S. King in einem Ballon in die Höhe, welcher mit 25000 Kubikfuss Gas gefüllt war. Die Gondel, aus Weidengeflecht, war 6 Fuss lang, 4 Fuss breit und 2½ Fuss hoch. Da die Auffahrt verzögert war, wollte man wegen trüber Witterung beinahe an diesem Tage nicht mehr steigen. Der Ballon erreichte eine Höhe von 5800 Fuss, wurde durch starke Windströmungen in die verschiedensten Richtungen getrieben, und landete schliesslich 50 Meilen südöstlich von dem Punkte der Auffahrt entfernt, nahe der Jersey-Küste, um 7 Uhr 5 Minuten Nachmittags. Dies war eine der vielen Luftfahrten, welche von der Signaltruppe zu ihrer Ausbildung und Uebung gemacht werden. Um in verschiedenen Höhen Beobachtungen anzustellen, hatte man mehrere meteorologische Instrumente mitgenommen. Da es aber zu dunkel war, so konnten die beabsichtigten Beobachtungen nicht gemacht werden und ist daher vorgeschlagen worden, den Ballons auf ihrer Fahrt electrisches Licht mitzugeben." Lieutenant v. H.

Protokoll

der am 10. Januar 1885 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: In Vertretung Freiherr vom Hagen sen., Schriftführer: Dr. P. Jeserich.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Verwaltungsberichte des Vorsitzenden, des Schatzmeisters und des Bibliothekars; Neuwahl des Vorstandes und der technischen Kommission; Mittheilungen der technischen Kommission.

Herr Freiherr vom Hagen theilt mit, dass der 1. Vorsitzende des Vereins, Herr Dr. Angerstein, durch plötzlich eingetretenes, heftiges Unwohlsein am Erscheinen verhindert sei. Da ausserdem die Versammlung überhaupt sehr schwach besucht ist, so schlägt Herr vom Hagen vor, den 2. und 3. Gegenstand der Tagesordnung

(Berichterstattung und Neuwahl des Vorstandes) bis zur nächsten Sitzung zu vertagen. Die Anwesenden stimmen diesem Vorschlage bei.

Als Mitglied der technischen Kommission berichtet Herr Freih. vom Hagen sen. über die letzten Renard-Krebs'schen Versuche. Redner bemerkt dabei, dass Jeaubert bereits im Jahre 1881 im „Aéronaute" das Renard'sche Projekt fast genau so, wie es jetzt zur Ausführung gekommen, beschrieben habe. Er erwähnt sodann, unter Hinweis auf die Verwendung elektrischer Motoren in der Luftschifffahrt, der neuesten Konstruktionen elektrischer Tisch-Glühlampen, und äussert sich schliesslich über die bisher nur sehr mangelhaften Litteratur-Angaben über die Luftschifffahrt, indem er dieselben einer scharfen Kritik unterzieht.

Herr Freiherr vom Hagen bespricht ferner noch neuere Projektvorlagen, betreffend eine neue Art Gasentwicklung und eine, durch Reaktionsstrahl bewegte, lenkbare Montgolfière. Ueber letzteres Projekt entsteht eine längere Diskussion, an der sich ausser dem Referenten die Herren Dr. Müllenhoff, Buchholtz und Dr. Schäffer betheiligen.

Herr Buchholtz theilt noch einige ungünstige Berichte über das Renard-Krebs'sche Projekt mit und kritisirt dieselben.

In den Verein werden die Herren Ingenieur Cohen und Kaufmann Nehab, beide in Berlin, sowie der Sekonde-Lieutenant im Westfälischen Fuss-Artillerie-Regiment No. 7, Herr Notzke in Cöln, als Mitglieder aufgenommen.

Die nächste Sitzung wird schliesslich auf den 31. Januar cr. festgesetzt.

Protokoll

der am 31. Januar 1885 stattgehabten Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Wilh. Angerstein, Schriftführer: in Vertretung J. E. Broszus.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Verwaltungsberichte des Vorsitzenden, des Schatzmeisters und des Bibliothekars; Neuwahl des Vorstandes und der technischen Kommission; Vortrag des Herrn Dr. Müllenhoff: „Ueber die beim Fliegen zur Verwendung gelangende Kraft"; Mittheilungen der technischen Kommission.

Nach Eröffnung der Sitzung und einigen geschäftlichen Mittheilungen berichtet der Vorsitzende sogleich über die Verwaltungsthätigkeit des Vorstandes im vorigen Jahre. Aus dem Bericht tritt als Hauptgegenstand zunächst die Zeitschrift-Angelegenheit hervor. Der bisherige Verleger, Herr Seydel, lehnte es ab, im vierten Jahrgange die Zeitschrift weiter zu führen, weil er seit dem Tage der Gründung derselben stets Mehrkosten aus eigenen Mitteln zu verzeichnen hatte, während der Verein, angesichts der Nothwendigkeit, die Zeitschrift zu erhalten, aus seinem Baarbestand jene Mehrausgabe zwar decken wollte, aber nicht ganz zu decken vermochte. Der Vorsitzende war daher bemüht, für die Weiterführung der Zeitschrift die erforderliche Unterstützung zu suchen, und ist in erster Reihe mit dem Buchdruckereibesitzer Herrn Otto Elsner, in dessen Buchdruckerei bisher der Druck der Zeitschrift ausgeführt wurde, in Unterhandlungen getreten, während sich zur Uebernahme des Verlages der Zeitschrift der Buchhändler Herr W. H. Kühl bereit erklärt hat. Herr Kühl, der die flugtechnische Litteratur als eine Specialität führt, ist in der Sitzung als Gast erschienen, ebenso ist Herr Elsner anwesend. Der Vorsitzende entschuldigte ferner beim Verein den langsamen Fortgang der Heftausgabe der Zeitschrift, der

theils durch seine ausgedehnte Berufsthätigkeit, theils durch die Schwierigkeit, immer das nothwendige Material für die Hefte zu beschaffen, veranlasst wurde. Er beantragt sodann, der Verein wolle den Vorstand zur Weiterführung der Verhandlungen resp. zum Abschlusse derselben mit den Herren Kühl und Elsner bevollmächtigen, was sofort geschieht.

Aus dem Berichte des Vorsitzenden ist ferner noch hervorzuheben, dass der Verein im Jahre 1884 im Ganzen 17 Sitzungen abgehalten, in denen 16 grössere oder wegen ihres Inhaltes bemerkenswerthe Vorträge gehalten worden, und zwar: je drei von den Herren Freiherr vom Hagen I und Gerlach, je zwei von den Herren Dr. Jeserich und Dr. Müllenhoff, je einer von den Herren Buchholtz, Broszus, Dr. Angerstein, Dr. Kronberg, Mewes und Moedebeck. Ausserdem sind zahlreiche Mittheilungen über neue Projekte, Maschinenkonstruktionen u. s. f. von den Mitgliedern der technischen Kommission, sowie von andern Vereinsmitgliedern und von Gästen in den Vereinssitzungen gemacht worden, wie dies die Protokolle ausweisen. Die Mitgliederzahl ist im Laufe des Jahres 1884 auf im Ganzen 87 gestiegen.

Der Bericht des Schatzmeisters Herrn Dr. Schäffer muss bis zur nächsten Sitzung vertagt werden, weil Herr Dr. Schäffer aus Versehen an Stelle der dazu nothwendigen Notizen unrichtige Papiere mit zur Stelle gebracht hatte.

Hierauf erhielt Freiherr vom Hagen I das Wort zu seinem Bibliotheksbericht. Der Verein besitzt keinen gewählten Bibliothekar, sondern Freiherr vom Hagen, der mit der flugtechnischen Litteratur ausserordentlich vertraut ist, hat dieses Amt auf Ersuchen des Vereins mit übernommen und erbietet sich zu demselben auch fernerhin. Die Bibliothek war bisher im Geschäftslokal des Herrn Seydel in einem besondern Schranke aufgestellt, durch den fortlaufenden Eingang fremdländischer flugtechnischer Schriften ist die Zahl der vorhandenen Bücher jedoch derart gestiegen, dass ein zweiter Schrank nothwendig geworden und beschafft ist. Die seit 1783 erschienenen wichtigeren Schriften über Aëronautik sind jetzt fast sämmtlich vorhanden, besonders die in deutscher Sprache geschriebenen Werke dieser Art. Die Zeitschrift der Pariser aëronautischen Gesellschaft, welche als ein vortreffliches und umfassendes Kompendium der Geschichte und Technik der Luftschifffahrt betrachtet werden kann, ist vom Jahre 1870 an vollständig beschafft. Es wird versucht werden, auch noch die drei ersten im Buchhandel vergriffenen Jahrgänge dieser Zeitschrift zu erlangen. Es sind im Laufe des Jahres für nahezu 200 Mk. Bücher beschafft und ist die Bibliothek von einigen Mitgliedern sehr fleissig benutzt worden.

Der Vorsitzende richtete sodann an den Verein die Frage, ob bereits der Revisionsbericht der Kassenkommission vorgelegt werden könne, deren Vorsitzender, Herr Major Diener, wegen dienstlicher Verhinderung nicht erschienen ist.

Herr Oschatz bemerkt dazu, dass dieser Bericht wohl am zweckmässigsten mit dem des Schatzmeisters zusammen erstattet werde. Die Versammlung schliesst sich dieser Ansicht an und es folgt nunmehr die Neuwahl des Vorstandes.

Dem unverkennbaren Wunsch aller Mitglieder gab Herr Regely Ausdruck, indem er unter Hinweis auf die bisherige anerkennenswerthe Thätigkeit des Gesammtvorstandes die Wiederwahl desselben durch Acclamation empfahl.

Der Vorsitzende bemerkte dazu, dass eine solche Wiederwahl wohl nicht angehen werde, weil der Vorstand gar nicht mehr vollzählig sei; Herr Redlich habe sein Amt als Schriftführer im Laufe des Jahres niedergelegt und sei auch aus dem Verein ausgeschieden.

Der Vorschlag des Herrn Regely wurde dennoch angenommen und für den fehlenden Schriftführer eine Einzelwahl angesetzt. In Folge der Wahl durch Acclamation treten wieder in die frühere Thätigkeit ein: Herr Dr. Angerstein als Vorsitzender, Herr vom Hagen I als Stellvertreter des Vorsitzenden, Herr Dr. Jeserich als Schriftführer, Herr Dr. Schäffer als Schatzmeister.

Als zweiter Schriftführer wurde ferner Herr Oberlehrer Gerlach mit grosser Stimmenmehrheit gewählt.

In Betreff der technischen Kommission machte der Vorsitzende den Vorschlag, die bisherigen Mitglieder nur zu bestätigen; dieselben sind die Herren: Buchholtz als Vorsitzender der Kommission, von Tschudi, Freiherr vom Hagen I, Dr. Jeserich, Opitz und Broszus.

Die Versammlung erklärt sich hiermit einverstanden, der Kommission anheimstellend, sich durch Heranziehung anderer Mitglieder zu ergänzen.

Die Kassen-Kommission besteht nach einer früheren Bestimmung aus drei Mitgliedern, dem abgeordneten Vertreter des Kriegsministeriums im Vereine, welcher in der Kommission gleichzeitig den Vorsitz führt (zur Zeit Herr Major Diener) und zwei Beisitzern, von denen der eine stets der Schatzmeister des Vereins sein soll. Es ist demnach nur das dritte Mitglied der Kommission zu wählen. Als solches wird Herr Dr. Kronberg in Vorschlag gebracht und einstimmig gewählt.

Die Bibliotheks-Kommission ist ebenfalls zu ergänzen und macht der Vorsitzende den Vorschlag, diese Angelegenheit zu vertagen, bis die Frage der Aufstellung der Bibliothek geordnet sei. Der künftige Aufstellungsort sei noch zweifelhaft, weil die Räumlichkeiten des Herrn Seydel durch sein eigenes Bücherlager so überfüllt seien, dass die Schränke des Vereins einen unbequem erreichbaren Platz erhalten müssten. Dem seitens mehrerer Mitglieder gemachten Vorschlage, die Bibliothek hier im Sitzungszimmer (Unionhôtel, Jägerstrasse 13) aufzustellen und die Bücher-Ausgabe nur an den Sitzungs-Abenden zu bewerkstelligen, wurde nur von wenigen Mitgliedern zugestimmt, dagegen fand das Anerbieten des Herrn Elsner, die Bibliothek in seiner Buchdruckerei aufzustellen, woselbst auch eine tägliche Bücher-Ausgabe erfolgen könne, den ungetheilten Beifall aller Mitglieder. In Folge dessen beantragt Herr Dr. Müllenhoff, das Anerbieten des Herrn Elsner zu acceptiren und die Ergänzung der Bibliotheks-Kommission auf eine spätere Sitzung zu vertagen. Dieser Antrag wird angenommen.

Es folgte nunmehr der Vortrag des Herrn Dr. Müllenhoff: „Ueber die beim Fliegen zur Verwendung gelangende Kraft." Derselbe enthielt eine höchst interessante, weitere Ausführung der von dem Redner über denselben Gegenstand früher bereits gemachten, zum grossen Theil auf eigenen Forschungen beruhenden Mittheilungen.

Nach einer Pause nimmt Herr Gerlach zu diesem Vortrag das Wort. Derselbe äussert sich dahin, dass es ihm nach Helmholtz erscheine, als ob eine Vergrösserung der Masse die Verkleinerung der Geschwindigkeit im selben Maasse zur Folge habe, wenn die Flüssigkeitsbewegungen geometrisch ähnlich verlaufen sollen. Herr Gerlach behält sich vor, in nächster Zeit auf diesen Gegenstand noch einmal zurück zu kommen.

Mittheilungen der technischen Kommission wurden wegen der vorgerückten Zeit nicht mehr gemacht.

Die nächste Sitzung wurde auf den 21. Februar festgesetzt. B.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Alte Jacob-Strasse 134.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

IV. Jahrgang. 1885. Heft III.

Theoretische Betrachtungen über lenkbare Luftballons.

Vom **Geh. Regier.-Rath Prof. Dr. H. von Helmholtz.***)

Obgleich wir die Bewegungsgesetze von tropfbaren und gasartigen Flüssigkeiten in Form von Differentialgleichungen ausdrücken können, sind wir doch noch nicht im Stande, diese Gleichungen so weit zu integriren, dass wir daraus den Widerstand berechnen könnten, den Luft oder Wasser einem sich durch sie hin bewegenden Körper von komplizirter Gestalt entgegensetzen.

Die Frage nach der Grösse dieses Widerstandes kommt aber sehr wesentlich in Betracht, wenn es sich darum handelt, sei es ein Schiff, sei es einen Ballon zu konstruiren, welche durch Vermittelung irgend welcher Bewegungsapparate fortbewegt werden sollen. In solchen Fällen giebt der Widerstand der Luft gegen die Ruder, Schaufeln, Schrauben oder andere Bewegungsorgane, die man anwendet, die forttreibende Kraft, derselbe Widerstand gegen den Körper des Schiffes oder des Ballons die widerstehende Kraft. Von dem Verhältnisse beider Kräfte zu einander wird schliesslich die Geschwindigkeit der Fortbewegung abhängen, die man erreichen kann.

Für eine Klasse dieser Apparate, nämlich für die Schiffe, liegen aber eine grosse Menge empirischer Erfahrungen vor, und zwar bei sehr mannig-

*) Mit besonderer Genehmigung des Herrn Verfassers aus den „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen“, Jahrgang 1872, S. 289 u. flgde., entnommen.

fach abgeänderten Konstruktionsformen gewonnen. Wir wissen, wie viel Arbeit wir verwenden müssen, um durch Ruder, Schaufelräder oder Schrauben einem Boot oder Schiff eine gewünschte Geschwindigkeit zu ertheilen. Auch lässt sich annehmen, dass nahezu die vortheilhaftesten Formen sowohl für den Schiffskörper selbst, als für die Grösse und Form der genannten Bewegungsorgane schon gefunden sind. Für die Luft liegen uns nur die Vögel als Beispiele solcher Fortbewegungsmaschinen bis jetzt vor, ausser den wenigen, bisher noch nicht zu erheblichen Leistungen gediehenen Versuchen mit Ballons.

Ich will hier zu zeigen versuchen, wie sich mittelst eines passenden Gebrauches der hydrodynamischen Gleichungen die an Schiffen gemachten Erfahrungen auf die entsprechende Aufgabe für die Luft übertragen lassen.

Die hydrodynamischen Gleichungen, wie sie schon längst von Euler aufgestellt, später von Navier, Poisson und Stockes mit Berücksichtigung der Reibung der Flüssigkeiten modifizirt worden sind, haben allerdings bisher noch wenig technisch verwerthbare Resultate gegeben, da Integrale denselben sich nur für wenige der einfachsten Fälle der Bewegung geben lassen. Ja, sie scheinen sogar für eine Reihe von Fällen falsche Resultate zu geben, nämlich für alle solche Fälle, wo die Strömung der Flüssigkeit um eine scharfe Ecke oder Kante biegt. Ich habe in einer früheren Arbeit*) nachgewiesen, dass die Abweichungen zwischen den berechneten und beobachteten Resultaten in diesen Fällen darauf beruhten, dass man in der theoretischen Behandlung der genannten Gleichungen bis dahin den Umstand nicht berücksichtigt hatte, dass der Druck im Innern einer Flüssigkeit nicht negativ werden darf. Das wird er aber nach der Aussage der Gleichungen überall da, wo die Geschwindigkeit der Flüssigkeit sehr gross wird. Bei kontinuirlicher Flüssigkeitsbewegung um eine scharfe Ecke herum würde aber an dieser die Geschwindigkeit positiv unendlich, der Druck negativ unendlich. Daraus folgt, dass um eine scharfe Ecke herum die Bewegung einer tropfbaren oder gasartigen Flüssigkeit nicht kontinuirlich sein kann, sondern dass sich von einer solchen Kante aus eine Fläche, von mir Trennungsfläche genannt, ausbildet, welche sei es ruhende und bewegte Flüssigkeit, seien es Flüssigkeitsschichten, deren tangentielle Geschwindigkeiten endliche Differenzen haben, von einander scheidet. Berücksichtigt man diesen Umstand, so finden sich in der That in denjenigen Fällen, wo die Integration der hydrodynamischen Gleichungen **) gelingt, Bewegungsformen der Flüssigkeiten, die mit den wirklich beobachteten in guter Uebereinstimmung sind. Erst aus diesen Untersuchungen ergiebt sich dann auch der wahre Grund desjenigen Theils des Widerstandes eines in Flüssigkeit bewegten Körpers, der proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst.

---

*) Monatsberichte der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 23. April 1868.

**) S. auch Kirchhoff zur Theorie seiner Flüssigkeitsstrahlen in Borchardt's Journal für Mathematik. Band 70.

Ich bemerke noch, dass die erwähnten Trennungsflächen eine Art labilen Gleichgewichts besitzen und das Bestreben haben, sich in Wirbel aufzurollen. Durch die Existenz solcher Wirbel wird die von mir beschriebene diskontinuirliche Art der Flüssigkeitsbewegungen am leichtesten und häufigsten sichtbar.

Ich bemerke aber weiter noch, dass allerdings zwischen tropfbaren und gasartigen Flüssigkeiten der Unterschied besteht, dass jene unter Einwirkung von Druck ihr Volumen sehr merklich verändern. Da wir es aber bei der vorliegenden Frage nur mit dem offenen Luftmeere zu thun haben, und die Luft nach allen Seiten hin frei entweichen kann, ferner, wie sich zeigen wird, die vortheilhaftesten Resultate gerade mit den geringeren Geschwindigkeiten der Flügel oder Schrauben zu gewinnen sind, so kommen nur diejenigen Druckunterschiede in Betracht, welche durch die Beschleunigungen der bewegten Lufttheile bedingt sind, und diese, sowie die von ihnen abhängige Volumenänderung der Luft sind zu vernachlässigen, so lange die erzeugten Geschwindigkeiten im Vergleich mit der Schallgeschwindigkeit zu vernachlässigen sind. Das wird bei den Bewegungen, auf die sich unsere Betrachtungen beziehen, immer vorauszusetzen sein, und wir dürfen uns deshalb erlauben, die Dichtigkeitsveränderungen der Luft zu vernachlässigen und dieselbe wie ein unkompressables Fluidum zu behandeln.

Ich bezeichne im Folgenden mit u, v, w die Kompetenten der Gleichgewichtigkeit der Flüssigkeit, genommen nach den Richtungen der rechtwinkeligen Koordinataxen für den Punkt x, y, z und die Zeit t, mit p den Druck und mit ε die Dichtigkeit des Fluidum an demselben Punkte und zur selben Zeit. Ferner sei k die Reibungskonstante. Dann sind die Gleichungen der Bewegung eines inkompressablen Fluidum

$$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0 \quad \ldots\ldots \quad 1.$$

$$-\frac{1}{\varepsilon}\frac{dp}{dx} = \frac{du}{dt} + u\frac{du}{dx} + v\frac{du}{dy} + w\frac{du}{dz} - K\left\{\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2}\right\} \quad 1\text{a}.$$

sowie die beiden andern, die aus 1 a entstehen, wenn man entweder u mit v und x mit y, oder u mit w und x mit z vertauscht.

Dazu kommen dann die Grenzbedingungen für die Oberfläche des eingetauchten Körpers und der sonst noch etwa vorhandenen festen Wände. In den meisten Fällen können wir die Theilchen einer reibenden Flüssigkeit als an den genannten festen Oberflächen festhaltend betrachten; d. h. analytisch ausgedrückt, die Werthe von u, v, w an der Grenzschicht der Flüssigkeit sind gleich denen, die für die oberflächlichen Theile des festen Körpers gelten.

Wenn wir nun für irgend eine Art der Bewegung einer Flüssigkeit theoretisch oder experimentell die Werthe von u, v, w gefunden haben, welche den genannten Bedingungen genügen und wir gehen zu einer anderen Flüssigkeit über, deren Reibungskoefficient K, deren Dichtigkeit E ist, und

bezeichnen die Koordinanten ihrer Punkte mit X, Y, Z, die Zeit mit T, die Geschwindigkeitskompetenten ihrer Theile mit U, V, W, den Druck mit P, und setzen dann

$$K = q\,k \quad \ldots \ldots \quad 2.$$
$$E = r\,\varepsilon \quad \ldots \ldots \quad 2a.$$

$$U = n\,u \qquad X = \frac{q}{n}x$$
$$V = n\,v \qquad Y = \frac{q}{n}y$$
$$W = n\,w \qquad Z = \frac{q}{n}z$$
$$P = n^2 r \qquad T = \frac{q}{n^2}t,$$

wovon q, r und n konstante Faktoren sind, so erfüllen die mit grossen Buchstaben bezeichneten Grössen ihrerseits ebenfalls das System der oben aufgestellten Bedingungen, wie man leicht sieht, wenn man dieselben statt der mit kleinen Buchstaben bezeichneten Grössen in die obigen Gleichungen setzt. Es findet sich dann jedes Glied jeder der Gleichungen mit demselben konstanten Faktor multiplizirt, nämlich jedes von Gleichung 1 mit $\frac{n^2}{q}$, jedes von 1a mit $\frac{n^3}{q}$. Indem man diese Faktoren forthebt, findet man die Gleichungen 1 und 1a wieder. Von den drei Konstanten sind q und r durch die Natur der beiden Flüssigkeiten nach den Gleichungen 2 und 2a gegeben, n aber ist willkürlich.

Die lineralen Dimensionen der zweiten Flüssigkeit werden also im Verhältniss $\frac{q}{n}$ vergrössert sein; die der sie begrenzenden Wände und der in sie eingetauchten festen Körper müssen in demselben Verhältniss vergrössert gedacht werden, um die Grenzbedingungen zu erfüllen.

Da die Oberflächen wachsen wie $\frac{q^2}{n^3}$, und der Druck wie $n^2 r$, so wächst der Gesammtdruck auf entsprechende Flächen wie $q^2 r$. Der Gesammtdruck multiplizirt mit der Geschwindigkeit der Fläche, die auf das $n$fache gesteigert ist, giebt das Verhältniss der Arbeit, die in gleicher Zeit aufgewendet werden muss, um den veränderten Apparat zu bewegen, dieses ist $q^2 n r$.

Bemerkungen zu der „Antwort“ des Herrn Weyher.

Von **Edm. Gerlach.**

Das diesjährige Märzheft des Aéronaute bringt eine Antwort auf die Bemerkungen, welche im Novemberheft dieser Zeitschrift an den Artikel: „sur le vol direct de l'homme“ geknüpft worden waren. Da auch in dieser

Antwort noch mancherlei Angreifbares behauptet wird, so sehe ich mich zu einer kurzen Erwiderung genöthigt. Ein Schweigen könnte sonst als Zustimmung aufgefasst werden. Dabei soll aber eine Beschränkung auf das Nothwendigste stattfinden. Denn eine vollständige Entwirrung der richtigen Thatsachen und der unrichtigen Behauptungen und Vorstellungen hiesse eine durchweg befriedigende Theorie des Fluges geben.

Als den eigentlichen Kern seines Artikels stellt Herr Weyher selbst den Satz hin: „Wenn es bewiesen ist, dass ein Wind von n Metern in der Sekunde genügt, einem Vogel zu gestatten, sich in der Luft ohne Flügelschlag (par vol à voile) schwebend zu erhalten, d. h. ohne andere Muskelarbeit, als die, welche nöthig ist, seine Richtung zu ändern, so wird sich umgekehrt dieser Vogel in ruhender Luft zu halten vermögen (nämlich ohne zu sinken. Der Uebersetzer.), wenn er durch seine Muskelkraft sich eine Geschwindigkeit von n Metern verschafft und unterhält."

Vielleicht erscheint dieser Satz manchem Leser ganz unverfänglich. Er trägt aber in Wahrheit den Charakter der ganzen Arbeit, er enthält Wahres und Falsches zu einer unbehaglichen Mischung verquickt.

Das Richtige, was ich aus diesem Satze ausser der nicht ganz unbekannten Thatsache, dass ein Vogel in ruhender Luft zu fliegen vermag, glaube herauslesen zu dürfen, ist das willkommene Zugeständniss, dass es sich bei der Bewegung des Vogels in der Luft, wie bei unzähligen mechanischen Aufgaben, nur um die Geschwindigkeits*differenz* zwischen ihm und der umgebenden Luft handelt, dass man also ebenso gut sich vorstellen kann die Luft ruhend und den Vogel mit einer gewissen Geschwindigkeit dahingleitend, oder umgekehrt, den Vogel am selben Orte schwebend und die umgebende Luft mit einer der vorigen Geschwindigkeit gleichen in entgegengesetzter Richtung strömend. Man kann sich auch nach den allereinfachsten Lehrsätzen der Mechanik zu dem Vogel und der umgebenden Luft gleichzeitig *jede beliebige* andere Geschwindigkeit hinzugefügt denken. Das ändert an ihrem gegenseitigen Verhältniss nicht das Mindeste.

Unter diesen Umständen kann man aber die obige Folgerung des Herrn Weyher nicht als richtig anerkennen. Vielmehr müsste sie, kurz gefasst, folgendermassen heissen: wenn ein Wind von n Metern für einen Vogel ausreicht, sich ohne Flügelschlag schwebend an derselben Stelle zu erhalten, so wird der Vogel umgekehrt in ruhender Luft sich ohne Flügelschlag schwebend erhalten können, wenn er selbst mit einer Geschwindigkeit von n Metern dahingleitet. Nun wird aber kein Mensch zugeben, dass ein Vogel ohne Muskelthätigkeit dauernd horizontal dahingleiten kann. Denn die etwa ursprünglich vorhandene Geschwindigkeit wird in kürzester Frist durch den Luftwiderstand aufgezehrt. Ebensowenig ändert hieran die Bewegung in einer Wellenlinie etwas, falls der Vogel *durchschnittlich* in gleicher Höhe bleibt.

Da also die sich aus der Voraussetzung mit Nothwendigkeit ergebende Folgerung falsch ist, so muss die Voraussetzung selbst falsch sein. Das heisst:

ein Wind von n Metern in der Sekunde gestattet einem Vogel nicht, sich in der Luft ohne Flügelschlag schwebend zu erhalten. Nämlich die Geschwindigkeitsdifferenz von n Metern zwischen Vogel und Luft gestattet dies allerdings. Aber diese Geschwindigkeitsdifferenz muss durch irgend welche Kraft aufrecht erhalten werden, weil der Widerstand der Luft beständig daran arbeitet, sie zu vernichten. Beim Drachen wird dieser Geschwindigkeitsunterschied dadurch aufrecht erhalten, dass er durch eine Schnur an seinen Platz gefesselt ist. Darum schwebt der Drachen, ohne dass irgend eine Arbeit geleistet wird. Löst man die Schnur, so nimmt der Drachen mehr und mehr die Geschwindigkeit der umgebenden Luft an, d. h. der Geschwindigkeitsunterschied verschwindet, und er sinkt zu Boden. Genau so geht es dem Vogel, wenn er keine Arbeit leistet, d. h. wenn er mit ausgebreiteten Flügeln horizontal dahinschweben soll.

Nun soll das Geheimniss in der Verbindung der Kreisbewegung mit dem Winde liegen. Ich setze voraus, nach dem Vorstehenden giebt mir ein Jeder zu, dass sich bei ruhender Luft kein Vogel, ein natürlicher so wenig, wie ein künstlicher, dauernd ohne Flügelschlag schwebend erhalten kann, ganz gleich, ob er sich gradlinig oder im Kreise bewegt. Um nun auch den mathematisch wenig geübten Lesern leicht verständlich zu machen, dass der Wind hieran nichts ändern kann, — Wind, in dem von mir in dem früheren Aufsatze definirten Sinne einer „horizontalen Luftströmung, welche, so weit sie jedesmal in Betracht kommt, überall gleiche Richtung und gleiche Geschwindigkeit besitzt“ aufgefasst — hatte ich vorgeschlagen, man solle sich den Kreise ziehenden Vogel nur einmal vom Luftballon aus betrachten. Dann fällt der Begriff Wind auch für die Anschauung von selbst fort und man sieht unmittelbar, dass es für das Schweben ganz gleichgiltig ist, ob die Luft eine Eigenbewegung besitzt oder nicht, nur dass im ersteren Falle jene Bewegung sich zu der auf die Luft bezüglichen nach dem Parallelogramm der Geschwindigkeiten hinzufügt und daher von der Erde aus ein anderes Bild giebt, als von dem mitbewegten Ballon. Nur von diesem aus erkennt man richtig, mit welcher Geschwindigkeit und Richtung ein Vogel die umgebende Luft durchschneidet. Wenn dieser die Erde, weil von Wolken verhüllt, nicht sieht, so kann er vermuthlich ebensowenig wie der Luftschiffer wissen, woher der Wind kommt. Er fühlt eben nur seine Eigengeschwindigkeit in Bezug auf die umgebende Luftmasse. Daher ist es mir ganz unverständlich, wie Herr Weyher sagen kann, weil der Vogel den Wind beständig unter einem mehr oder weniger ausgesprochenen Winkel schräg durchschneidet (Winkel von 0 und 180 Grad miteingeschlossen), so merkt er, woher der Wind wirklich weht, wohlgemerkt, Herr Weyher meint, durch's Gefühl, nicht durch das Auge.

Nun darf man dem Verfasser aber nicht etwa nachsagen wollen, er leugne die Thatsache, dass gewisse Vögel, wie der Storch, längere Zeit ohne Flügelschlag und ohne wesentlich zu sinken, zu schweben vermögen. Vielmehr ist in dem Artikel, auf den Herr Weyher antwortet, auf Seite 326 und 327 des

Heft XI Jahrgang 1884 dieser Zeitschrift, kurz aber genau angedeutet, welche ganz besonderen Strömungsverhältnisse allein ein Schweben gestatten können.

In dem ursprünglichen Aufsatze des Herrn Weyher war der eben besprochene Flug ohne Flügelschlag dem Menschen als nachahmenswerthes und verhältnissmässig leicht zu erreichendes Muster hingestellt und im Verfolge dieses Gedankens behauptet worden, dass von zwei ähnlichen, mit gleicher Geschwindigkeit horizontal dahingleitenden Flächen die eine, welche die doppelten Dimensionen der anderen haben soll, ein acht mal so grosses Gewicht zu tragen vermag, als jene, weil die Masse der durch die Bewegung verdrängten Luft (la masse d'air déplacée) acht mal so gross wäre.

Selbstverständlich konnte man hier nur die Zahl vier, und nicht etwa acht, als richtig zugeben.

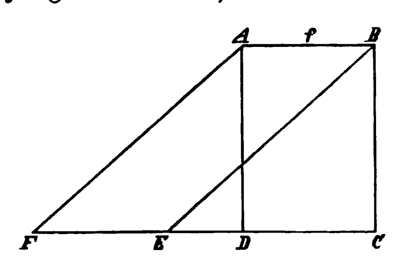
Herr Weyher gesteht in seiner Antwort dieses denn auch für den Schwebeflug der Vögel ohne Weiteres als richtig zu. Wir nehmen von dieser unserer Uebereinstimmung mit Freuden Kenntniss und wollen gern zugeben, dass Herr Weyher bei jener Behauptung den gewöhnlichen Flug — mit schlagenden Flügeln — im Auge gehabt habe, wenngleich es nicht recht klar ist, woher mit einem Male dieser Flug an Stelle des vorher empfohlenen und vermeintlich erklärten Schwebens behandelt wird. Er versucht nun aber die Richtigkeit seiner Behauptung für den gewöhnlichen Flug aufrecht zu erhalten, indem er im Wesentlichen Folgendes sagt: Da es die Luft ist, welche für beide Vögel die Stütze abgiebt, so muss man untersuchen, sur quelle masse d'air agit l'un et l'autre des deux oiseaux . ., also etwa: welche Luftmenge jeder der beiden Vögel in Bewegung setzt. Als Maass für diese air déplacée scheint, dem Weiteren zufolge, der von dem Flügel in der Sekunde beschriebene körperliche Raum angesehen werden zu sollen. Aber eine ausdrückliche und genaue Definition dieses Begriffs vermisst man schmerzlich.

Wenn nun, wie Herr Weyher es in seiner Antwort thut, angenommen wird, dass beide geometrisch ähnliche Vögel, bei denen auch die Schwingungsweiten der Flügelspitzen im Verhältniss ihrer Klafterweiten stehen, in derselben Zeit gleichviel Flügelschläge machen, so verhalten sich allerdings die beschriebenen Räume, d. h. also nach unserer Auffassung die „verdrängten Luftmengen" wie 1 : 8. Aber — und das ist unser erster Einwand — nur unter dieser ganz besonderen Voraussetzung. Würde der kleinere Vogel auf dieselbe Strecke Weges von beiläufig 15 Metern zwei Flügelschläge machen, statt wie der grössere nur einen, so würden auch die von den Flügeln beschriebenen Räume oder die verdrängten Luftmengen sich nur noch wie 1 : 4 verhalten, wie man sich mit Hilfe des Satzes der Stereometrie, dass Parallelepipeda mit gleichen Grundflächen und gleichen Höhen gleich sind, ohne Schwierigkeit klar machen kann. Und so würde das fragliche Verhältniss für jede andere Annahme über die Zahl der Flügelschläge wieder ein anderes sein. Dass aber die Verschiedenheit der Zahl der Flügelschläge bei ähnlich gebauten Vögeln von verschiedener Grösse selbst-

verständlich ist, und dass jene Zahl wesentlich durch die Grösse der Flächen mitbestimmt ist, also nicht so willkürlich nach Bedürfniss angenommen werden kann, leuchtet doch wohl ein. Aber allerdings musste Herr Weyher jene Annahme machen, wenn das gewünschte Verhältniss 1 : 8 herauskommen sollte.

Demnach kann die für den Schwebeflug zurückgezogene Behauptung des Herrn Weyher auch für den gewöhnlichen Flug nicht als zutreffend erachtet werden, ausser unter einer ganz besonderen und willkürlichen Annahme.

Alles, was nun Herr Weyher hier von der verdrängten Luftmasse bewiesen zu haben glaubt, glaubt er damit zugleich von dem von der Luft gegen die Flügelflächen ausgeübten Drucke dargelegt zu haben. (Es geht dies sowohl aus der ursprünglichen Abhandlung hervor, als auch aus der Stelle seiner Antwort: puisque c'est l'air qui constitue le support sur lequel se maintiennent les deux oiseaux comparés, il fallait voir, dans les deux cas sur quelle masse d'air agit l'un et l'autre des deux oiseaux pour un parcours de 15 mètres par exemple, . . .) Beide Grössen sind nun aber keineswegs einander proportional — und das ist der zweite Einwand, den man erheben muss. Glücklicherweise vermag man hier Herrn Weyher gewissermaassen mit seinen eigenen Waffen zu schlagen, nämlich mit derjenigen Thatsache, welche den von ihm selbst richtig angeführten Versuchen zu Grunde liegt. Bewegt man nämlich eine ebene Fläche f, welche man sich senkrecht zur Ebene des Papiers vorstellen möge, parallel sich selbst mit gleichförmiger Geschwindigkeit aus der ursprünglichen Lage A B das eine Mal in Richtung ihrer Normale in die Lage C D, das andere Mal in derselben Zeit schräg seitwärts nach E F, welches mit C D in derselben zu A B parallelen Ebene liegen soll, so sind zwar die von der Fläche f beschriebenen Räume A B C D und A B E F nach bekanntem Satze einander gleich, der Druck hingegen, den die Fläche erfährt, ist beide Male ganz verschieden und zwar grösser im zweiten Falle, der Widerstand in Richtung der Bewegung übrigens beide Male nur wenig verschieden, aber auch grösser im zweiten Falle.



Man sieht: Verdrängte Luft und Druck, welcher im vorliegenden Falle dem getragenen Gewichte entspricht, sind durchaus nicht einander proportional. Was also vom Einen bewiesen, gilt noch nicht vom Andern. Was beim Einen falsch, könnte ja dann allerdings beim Andern richtig sein. Das heisst, man könnte glauben, wenn bei zwei geometrisch ähnlichen Vögeln, deren Längendimensionen sich wie 1 : 2 verhalten, und welche mit gleicher Geschwindigkeit dahinfliegen, sich auch die bewegten Luftmassen nicht wie 1 : 8 verhalten, so möchte dieses doch mit den Gewichten der Fall sein. Hierüber wissen wir nur Bescheid für den Fall, dass die Bewegungen beide Male ein-

ander geometrisch ähnlich sind,*) und dann müssen sich, wenn die Gewichte im Verhältniss 1 : 8 stehen sollen, die Geschwindigkeiten wie $1 : \sqrt{2}$ verhalten, also keineswegs gleich sein.

Sollte nun doch vielleicht unter der Phrase la masse d'air déplacée oder la masse d'air sur laquelle agit . . . etwas anderes zu verstehen gewesen sein, als wir es gethan haben?! Aber der merkwürdige Zusatz: „Der französische Leser wird darüber (nämlich über die Richtigkeit der von uns kritisirten Behauptung) nicht im Zweifel sein" scheint uns fast besagen zu wollen, der deutsche Leser möge es nur aufgeben, hinter diesen Worten einen greifbaren Sinn zu suchen. Wird man doch bei so Vielem, was die Luftschifffahrt betrifft, in Versuchung geführt, an Mephistos Wort:

„Denn eben wo Begriffe fehlen,
Da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein,"

zu denken. —

Herr Weyher ist in seiner Antwort so liebenswürdig, mich auf einige interessante Versuche aufmerksam zu machen, die mich ohne Zweifel in Erstaunen setzen würden. Indem ich ihm für seine Freundlichkeit bestens danke, bin ich zugleich in der Lage, ihm die Richtigkeit der von ihm erzählten Beobachtungen bestätigen zu können, auch ohne sie selbst angestellt zu haben. Denn sie sind nur die nothwendige Folge gewisser Eigenschaften des Flüssigkeitswiderstandes, nämlich der Art, in welcher der Druck, den eine ebene Fläche von einem Flüssigkeitsstrom erfährt, von dem Winkel abhängt, unter welchem sie von dem Strom getroffen wird. Und da nun eine Liebe der andern werth ist, so erlaube ich mir, Herrn Weyher auf die im Heft 2 des „Civilingenieur" von diesem Jahre**) befindliche Erklärung der von ihm beobachteten oder verwandter Erscheinungen aufmerksam zu machen.

Die Ortsbewegungen der Thiere.

Auszug aus einer grösseren Abhandlung des Oberlehrers Herrn **Dr. Karl Müllenhoff.**

(Schluss.)

Ganz ähnlich wie der passive Winddruck auf das Segel wirkt nun der durch aktive Bewegung des fliegenden Thieres hervorgebrachte Luftdruck stellungverändernd auf die Fläche der Flügel, nur dass beim Thiere stets zwei symmetrisch stehende Segel vorhanden sind. Bei dem wechselnden Spiele der Hebungen und Senkungen trifft der Luftstrom den Flügel bald von unten bald von oben und bewirkt jedesmal eine Umstellung der Segelfläche, während der harte Vorderrand ziemlich gleichmässig auf und ab-

*) Helmholtz, Wissensch. Abhandlg. Band 1. X. Seite 165.

**) Civilingenieur, XXXI, Heft 2. (Leipzig bei Felix.) „Einige Bemerkungen über den Widerstand, den eine ebene Platte und ein Keil von einer gleichförmig strömenden Flüssigkeit erfährt." Von Edm. Gerlach in Berlin.

schwingt. — Freilich ist auch dieser Vorderrand der Flügel nicht absolut starr, sondern wenigstens theilweise biegsam; diese Biegsamkeit ist ausnahmslos bei allen Flügeln derartig, dass die Krümmung des starren Vorderendes und der ganzen Flugplatte leichter nach unten als nach oben geschieht. Es erfolgt demgemäss beim Heben und Senken des Flügels eine wechselnde Annäherung und Entfernung der Flügelenden (und der Druckmittelpunkte) an die Längsachse des Körpers. — Hierzu kommt bei allen fliegenden Thieren ein wechselndes Vorauseilen und Zurückbleiben der Enden der Flügel hinter dem gleichmässig schnell vorschreitenden Anheftungspunkte der Flügel.

Ist somit die Konstruktion der Flügel sowie die Art der Bewegung bei allen fliegenden Thieren eine sehr ähnliche, wie ja überhaupt alle durch Torsionsschwingungen gebildeten Bewegungen und ihre Organe viel gleichartiges haben, so treten doch anderseits auch bedeutende Unterschiede hervor, sowohl in der Grösse der stützenden Flächen wie in ihrer Form. Und diese Verschiedenheiten der Organe in Form und Grösse bedingen wiederum mannichfache Differenzen in der Art der Bewegung. Auch hier ist ein klares Verständniss nur zu erreichen, wenn man die Bewegungsapparate für die Lokomotion auf dem Lande und im Wasser mit in den Kreis der Betrachtung hineinzieht.

Bei Thieren, welche auf festem Boden leben, enden die Extremitäten in der Regel mit kleinen Füssen: die dem Boden dargebotene Fläche gewährt dem Körper ausreichend Stütze und Hebelkraft. Jede Vergrösserung derselben würde das Thier nur unnöthig belasten, und zugleich die Befreiung der Füsse aus Hindernissen erschweren. — Daher sehen wir, dass die Geschwindigkeit der Thiere abnimmt, wenn die dem festen Medium gebotene Fläche zunimmt, und dass daher die grösseste Geschwindigkeit auf dem Lande von denjenigen Thieren erreicht wird, die die kleinsten Bewegungsflächen haben. — — —

— — — Beim Laufen auf der Erde und auch beim Laufen auf dem Wasser setzt das das Thier umgebende Medium, die Luft, der Fortbewegung nur einen so geringen Widerstand entgegen, dass die kleine Reibung an dem festeren Medium genügt, um diesen Widerstand zu überwinden.

Dagegen ist es beim Graben durch die Erde, beim Schwimmen im Wasser und dem Fliegen in der Luft dasselbe Medium, das die Stützpunkte für die Fortbewegung gewährt und dessen Widerstand überwunden werden muss.

Dementsprechend müssen die für die Bewegung durch die Erde, im Wasser und in der Luft geeigneten Bewegungsflächen bedeutend grösser sein als die für die Bewegung auf der Erde und auf dem Wasser.

Auch Thieren, welche auf weichem Boden leben, ist selbstverständlich eine Vergrösserung der Bewegungsflächen nothwendig. — — —

— — — Und doch erscheinen auch diese Bewegungsflächen noch klein, wenn man sie mit denen der fliegenden Thiere vergleicht. Der Grund hierfür ist ein doppelter. Erstens wird eine grössere Fläche nöthig wegen

des Umstands, dass die fliegenden Thiere ihr Körpergewicht durch eigene Anstrengung in der Luft schwebend erhalten, während bei den im Wasser lebenden Thieren das spezifische Gewicht des Organismus und das des Mediums fast gleich sind; auf der anderen Seite wird eine Vergrösserung der stützenden Flächen nothwendig wegen der Leichtigkeit, mit der sich die Theilchen der Luft verschieben.

Bei den fliegenden Fischen tritt diese Steigerung der Grösse bei Organen, die zum Fluge dienen, sehr deutlich hervor. Dieselben haben etwa die 10fache Grösse von Brustflossen anderer sonst ebenso grosser Fische; und dabei dienen sie noch garnicht einmal als eigentliche Propeller, sondern sie wirken nur als Steuerapparate beim Sprunge durch die Luft. Die „fliegenden" Fische schnellen sich nämlich durch einen kräftigen Schlag mit der Schwanzflosse von der Wasseroberfläche ab und entfalten dann ihre Brustflossen. Diese Brustflossen geben dem Impulse, welchen sich das Thier gegeben hat, eine andere nämlich eine wagerechte Richtung, und so schiessen die Flugfische bis zu Entfernungen von über 100 m weit vorwärts, fallen aber schliesslich, wenn die durch den Schwanzschlag erworbene lebendige Kraft verbraucht ist, auf das Wasser zurück. Sie können dann allerdings sofort wieder von neuem aufhüpfen und diese weiten Sprünge mehrfach wiederholen. Die grossen Brustflossen dienen ihnen dabei nur als Steuervorrichtungen, nicht als Propeller.

Eine weit grössere Steigerung der Bewegungsflächen findet sich bei den wirklichen Fliegern, den Fledermäusen, Insekten und Vögeln. Dabei zeigen diese selbst untereinander wieder mannigfache Unterschiede. Nicht alle Vögel, Fledermäuse und Insekten haben im Verhältnisse zu ihrer Körpergrösse gleiche Flügelflächen. Vergleichung der Flugflächen und des Flugvermögens lässt bei ihnen erkennen, dass im allgemeinen von zwei sonst gleich grossen Thieren der schlechtere Flieger die kleineren Flügel hat, dass umgekehrt diejenigen Thiere, welche viel und anhaltend fliegen, die grossen Raubvögel und die Möven, mit den grössesten Flügelflächen ausgestattet sind. Diese Frage nach der relativen Grösse der Bewegungsflächen ist sowohl in theoretischer wie in praktischer Beziehung ganz besonders wichtig.

Von den auf dem festen Boden sich bewegenden Thieren sind diejenigen, welche die kleinsten Stützflächen haben, die schnellsten. Ebenso ermöglicht ja der Mensch durch den Bau recht glatter, macadamisirter oder asphaltirter Strassen, von Klinkerchausseen und Legung von Pferdebahngeleisen eine immer weiter gehende Verringerung der Reibung. Dadurch erhöhen sich die Geschwindigkeiten sehr beträchtlich und zugleich wird die für den Transport erforderliche Arbeit bedeutend verringert. Lasten, welche früher auf den holprigen Landstrassen nur mit grössester Mühe und bedeutendem Zeitaufwande durch viele kräftige Pferde zwischen zwei Städten befördert werden konnten, werden jetzt mit grössester Leichtigkeit und Schnelligkeit durch wenige und schwächliche Thiere befördert. Eine Steigerung des Nutzeffektes

wird hier, was ganz besonders wichtig ist, erzielt nicht durch eine Steigerung der aufgebotenen Kraft, sondern selbst mit Verringerung derselben, durch immer mehr und gesteigerte Widerstandsverminderung. Eine so weitgehende Verringerung der berührenden Flächen, wie sie bei Lokomotion auf glatten Schienen stattfindet, ist freilich nur auf ganz hartem unnachgiebigem Materiale möglich.

Schon bei der die Lokomotion im Wasser in grössester Vollkommenheit bewirkenden Schiffsschraube haben wir bedeutend grössere Flächen, noch grössere wird man nöthig haben für die Luftschifffahrt und es ist eine der wichtigsten Fragen für dieselbe, wie gross die Flächen sein müssen, welche geeignet sein sollen, durch ihren auf die Luft ausgeübten Druck den Apparat nebst der Belastung zu tragen.

Es ist daher kein Wunder, dass gerade diese Frage schon vielfach einer ausführlichen Berechnung unterzogen worden ist.

Einige Bemerkungen zu dem neuesten lenkbaren Luftballon des Herrn Maximilian Wolff.

Von **J. E. Broszus.**

Bekanntlich ist man gegenwärtig bestrebt, die Treibvorrichtung des lenkbaren Luftballons in der Längsachse desselben am vordern Ende anzubringen. Diese Auffassung stützt sich auf Erfahrungen, welche bereits ausgeführte lenkbare Luftballons einbrachten. Wenn wir aber unsere Aufgabe so bestimmt in's Auge fassen, fragt sich in zweiter Linie, welche Gestalt der gedachte Ballon besitzt und welcher Art die Treibvorrichtung ist, und schicken daher folgende Erklärung voraus:

Unter einem „lenkbaren Luftballon“ verstehen wir im Allgemeinen einen langgestreckten, ellipsoidisch oder auch cigarrenartig gestalteten Ballon, gewöhnlich einen Rotationskörper mit horizontaler Achse und nennen ihn einfach „Langballon“. Diese Ballonform ist diejenige, welche, nächst der einfachen Kugelform, die meiste Anwendung finden dürfte, weil sie sich in ebenso einfacher Weise ohne besondere Hülfsmittel stabil erhalten lässt. In Betreff der Fahrbarkeit hat der Langballon vor dem Kugelballon aber vieles voraus und wir sind gewohnt, auf Grund der bisherigen praktischen Erfolge, bei Nennung eines „lenkbaren Luftballons“ unsere Vorstellung auch stets auf einen Langballon zu richten. Wenn daher hier und später von einem lenkbaren Ballon die Rede ist, so ist dabei auch stets ein Langballon gemeint, es sei denn, dass der principielle Unterschied besonders betont wird.

Von den bekannten Treibvorrichtungen, welche wir vorn an der Spitze des Ballons anzubringen beabsichtigen, empfiehlt sich die Schraube am allermeisten. Es ist jedoch nicht so leicht, am vordern Ende des Ballons die schwere Treibvorrichtung zu befestigen, weil selbst schon die unbelasteten

Ballonenden ein merkliches Herabhängen zeigen. Aus eben diesem Grunde ist beim Pariser Ballon die Schraube vorn an der Gondelspitze angebracht, um dem Vortheil der in die Längsachse des Ballons verlegten Schraube, möglichst nahe zu kommen. Dieser Punkt ist zu wichtig, als dass wir an einer neuern sinnreichen Erfindung in dieser Richtung ohne besondere Aufmerksamkeit vorüber gehen sollten. Diese Erfindung, welche zum Urheber den Luftschiffer Maximilian Wolff in Berlin hat, verspricht immerhin einige Bedeutung im Ballonbau anzunehmen, allerdings mit umfassenden Abänderungen, welche aber hier bei der Prinzipienfrage mehr in den Hintergrund treten. Wolff schneidet die Ballonspitze stumpf ab und setzt in die etwa einen Meter im Durchmesser haltende Oeffnung eine gleich grosse, runde Holzscheibe ein. Dann bringt er auf dem vertikalen Durchmesser der Scheibe ein Paar Angeln an, welche ein dreieckiges Rahmengestell tragen, dieses zeigt mit der Spitze nach vorn und kann um seine vertikale Aufhängeachse zu beiden Seiten um etwa 45 Grad ausschlagen. Das bewegliche Dreieck ist nun bestimmt, die Schraube zu tragen, und macht zugleich das übliche Steuerruder entbehrlich. Werden nämlich am Dreieck zu beiden Seiten je ein horizontaler Arm befestigt, welcher rechtwinklig zur Schraubenwelle hinausragt und führt man Zugleinen von den Enden beider Arme nach der Gondel, so kann man von hier aus die Zugwirkung der Schraube, in jede gewünschte Richtung einlenken.

Die Schwierigkeit bei der vorliegenden Ausführung von Wolff liegt nun in der Absteifung der vordern Ballonspitze; allerdings soll von der Holzscheibe ein langer Arm in den Ballon hineinragen und durch ein ziemlich schräge abführendes Seil nach der Gondel hin eine sogenannte Absteifung erhalten, aber es fehlt immer der vorn am Ballon befindliche feste Aufhängepunkt, welcher das ganze Treibsystem trägt. Diese Betrachtung hat zunächst eine Berechtigung für den Ruhezustand der Schraube, weil der Erfinder in der horizontalen Zugkraft der Schraube während ihrer Thätigkeit eine Entlastung der vordern Ballonspitze zu finden glaubt. Wir können aber von der Schraube nicht erwarten, dass sie beim Beginn der Thätigkeit die horizontale Richtung einschlägt, wenn ihre Drehachse vorher nach vorn abwärts gerichtet ist. Die Schraube ist ein willenloses Werkzeug und mag sich nur in derjenigen Richtung fortbewegen, welche ihre Achse in der Gleichgewichtslage einnimmt. Wolff beabsichtigt nun diese horizontale Gleichgewichtslage des Treibsystems dadurch zu erzwingen, dass er die Gasfüllung des Ballons auf einen „Ueberdruck" bringt, der die Hülle stets in äusserst straffer Form erhält.

Unter „Ueberdruck" haben wir hier eine Gasspannung im Ballon zu verstehen, welche mit einem Manometer selbst auf der Unterseite des Ballons deutlich messbar ist, unter diesen Umständen passt schon besser die Bezeichnung „Hochdruck" weil ein geringer Ueberdruck, gemessen durch eine Wassersäule von einigen Millimetern, im Scheitel des Ballons immer stattfindet.

Ein Ballon für Ueberdruck muss ganz geschlossen sein, damit kein Gas unter dem Einfluss der eigenen Spannung, die über den atmosphärischen Druck hinausgeht, entweicht. Das allein thut's aber nicht, wir wissen aus Erfahrung, dass der beste Ballonstoff bei der besten Abdichtung und unter den gewöhnlichen Füllungsverhältnissen nie absolut gasdicht ist; dies wird aber noch viel weniger der Fall sein, wenn der Ballon ein Gas von hoher Spannung einschliesst. Das einzige Mittel wäre noch, eine weit stärkere Ballonhülle zu verwenden, welche eine bessere Abdichtung gestattet, aber eine stärkere Hülle ist auch bedeutend schwerer und wir verlieren dadurch nur noch mehr nutzbare Tragkraft. Schon bei den bisherigen Ausführungen gewöhnlicher Luftballons sehen wir, dass die Ballonhülle mit Zubehör nahezu $1/3$ der gesammten Tragfähigkeit für sich beansprucht. Durch die Gewichtssteigerung der Ballonhülle verbauen wir uns schliesslich ganz die Möglichkeit der Luftschifffahrt.

Die erste Frage ist nun wohl nach der Grösse des Ueberdrucks. Wolff schätzt denselben auf $1\,1/2$ Atmosphären, jedenfalls aus falscher Vorstellung über die Grösse eines Atmosphärendruckes. Derselbe beträgt nämlich auf einen Quadratmeter (diese Einheit ist für Ballonbauten übersichtlicher) = 10000 Kilogramm oder 200 Centner, bei $1\,1/2$ Atmosphären also 300 Centner. Aus diesem Grunde ist ein so grosser Ueberdruck unausführbar. Wolff besitzt aber in seiner Konstruktion ein Mittel, welches einen grossen Ueberdruck überhaupt entbehrlich macht, und zwar meinen wir damit die runde Holzscheibe. Dadurch, dass die Holzscheibe eine ebene starre Fläche ist, wird der auf ihr entfallende Gesammtdruck im Mittelpunkt vereinigt zur Geltung kommen. Von der Grösse der Holzscheibe und dem Gewicht der aussen sitzenden Treibvorrichtung, sowie von dem Abstande der schweren Theile von der Holzscheibe, hängt allein der nothwendige Ueberdruck ab. Bei den von Wolff projektirten Abmessungen in Verbindung mit der leichtesten möglichen Ausführung, dürfte ein Gesammtdruck auf der Holzscheibe von 200 Kilogramm reichlich genügen, was etwa $1/50$ Atmosphäre oder 200 Millimeter Wasserdruck gleichkommt. Die auf der Aussenseite der Scheibe angehängte Treibvorrichtung hat das Bestreben, durch ihr Gewicht an dem Hebelsarm ihrer Entfernung von der Scheibe wirkend, die letztere einwärts zu drücken, derart, dass man die Scheibe sich am höchsten Punkt fest aufgehängt zu denken hat, und sie sich um diesen Punkt unter geringem Winkel nach rückwärts neigt. Ein Theil des nach vorn herabwirkenden Uebergewichts wird freilich durch den in's Innere des Ballons hineinragenden Arm aufgehoben, indessen bleibt aus praktischen Rücksichten das Bedenken offen, ob es immer zweckmässig erscheint, starre Theile in den Ballon hinein zu bauen. Es ist noch zu bemerken, dass eine gewöhnliche Ballonspitze nicht mehr schlaff herabhängt, wenn man die Spitze beispielsweise durch ein aufgestecktes Drahtgestell versteift, etwa bis auf einen Durchmesser von einem Meter. Dieser abgesteifte Kegel nimmt den auf seine Grundfläche entfallenden Gasdruck als

Gesammtdruck auf, welcher vermöge des Gestells die Spitze hinaushält. In gleicher Weise wirken kleine kegelförmige Blechklappen, welche auf die Ballonspitzen äusserlich aufgesetzt werden.

Wir kommen danach in der That mit einem geringen Ueberdruck aus, ohne dass wir aus diesem Grunde auf eine ausserordentliche Ballonhülle angewiesen sind. Dies ist eine grosse Beruhigung für uns, aber so ganz schadlos gehen wir doch nicht aus, wie wir aus der folgenden Betrachtung ersehen werden. Trotz der gesuchtesten leichten Ausführung müssen wir einen Verlust an nutzbarer Tragfähigkeit mit in den Kauf nehmen, der, wenn auch gering, aber als konstanter Werth auftritt und stets in Rechnung gezogen werden muss. Zur Erklärung mögen noch einige allgemeine Bemerkungen folgen.

Wenn ein Ballon unter den gewöhnlichen Umständen mit Gas gefüllt wird, so bildet dieses eingeschlossene Gas ein selbstständiges Volumen innerhalb der atmosphärischen Luft. Nämlich die zur Füllung der Ballons zur Verwendung kommenden Gase sind zwar alle spezifisch leichter und dünner als die atmosphärische Luft, aber sie besitzen dieselbe Spannung, wie die sie umgebende äussere Luft, oder mit andern Worten: gleiche Raumtheile verschiedener Gase von verschiedenen Dichtigkeiten haben unter sonst gleichen äussern Umständen auch stets eine gleiche Spannung, wodurch sie das selbstständige Volumen aufrecht halten. Dieses selbstständige Volumen trotz der verschiedenen Dichtigkeiten ist eins der unterscheidenden Merkmale der Gase. Da die Gase mit dieser hervorragenden Eigenschaft begabt sind, so wird der mit Leuchtgas oder Wasserstoff gefüllte Ballon von der äussern Luft nicht so weit zusammengedrückt, bis das eingeschlossene Gas im Gewicht ebenso schwer ist, wie die verdrängte Luft, sondern der Ballon behält sein Volumen und ist demnach leichter, als der gleiche Raumtheil der atmosphärischen Luft. Hieraus folgt, dass der Ballon eine verminderte Anziehungswirkung erfährt und einen Auftrieb nach oben gewinnt. Selbstverständlich wird ein Ballon nicht diejenige Region in der Atmosphäre erreichen, in welcher der verdrängte Raumtheil Luft auch ebenso viel wiegt, als die Ballonfüllung, denn es kommt ja noch das Gewicht der Ballonhülle hinzu. Die Schwebehöhe für das Gleichgewicht eines Ballons liegt viel tiefer, als dem Rauminhalt der Füllung theoretisch entsprechend, und durch Anhängen einer Last am Ballon können wir die Gleichgewichtslage beliebig tief herabziehen, weil die atmosphärische Luft innerhalb der von Menschen befahrbaren Höhe eine bedeutende Neigung in der Dichtigkeitsabnahme zeigt. Dies ist die mechanische Grundlage der gesammten Ballon-Luftschifffahrt.

Ein Ballon schwimmt in der Luft, wenn sein Gesammtgewicht ebenso gross ist, wie das Gewicht der von ihm verdrängten Luft. Das Gesammtgewicht setzt sich nun zusammen aus dem Gewicht des Füllgases nebst dem Gewicht der Ballonhülle mit Ausrüstung. Das Gewicht des Füllgases ist bei

Wasserstoff sehr gering, bei Leuchtgas wechselt es innerhalb weiterer Grenzen. Setzen wir das Gewicht der atmosphärischen Luft = 1, so haben wir, durch Versuche festgestellt, das spezifische Gewicht von Wasserstoff auf Luft bezogen = 0,07 und das specifische Gewicht von Leuchtgas im Durchschnitt = 0,5. Das spezifische Gewicht der Luft in Bezug auf Wasser, welches der Berechnung als Ausgangspunkt dient, beträgt 0,001293 und kann für unsern praktischen Gebrauch auf 0,0013 abgerundet werden. Danach wiegt ein Kubikmeter Luft: „spez. Gewicht der Luft mal Gewicht eines Kubikmeters Wasser in Kilogramm" oder $0{,}0013 \times 1000 = 1{,}3$ Kilogramm. Hieraus berechnet sich das Gewicht von einem Kubikmeter Wasserstoff aus $1{,}3 \times 0{,}07 = 0{,}09$ Kilogramm und das mittlere Gewicht von einem Kubikmeter Leuchtgas aus $1{,}3 \times 0{,}5 = 0{,}65$ Kilogramm. Die Tragfähigkeit der Gase geht nun hervor aus dem Gewichtsunterschied zwischen dem Raumtheil Gas und dem gleichen Raumtheil verdrängter Luft. Bei einem Kubikmeter Wasserstoff beträgt die Tragfähigkeit: 1,3 Kilogramm weniger 0,09 Kilogramm oder abgerundet $1{,}3 - 0{,}1 = 1{,}2$ Kilogramm, was eigentlich zu reichlich ist und in Wirklichkeit wohl selten zutrifft. Ein Kubikmeter Leuchtgas trägt durchschnittlich $1{,}3 - 0{,}65 = 0{,}65$ Kilogramm. Als genaue mathematische Grössen dürfen diese Ziffern für die Tragfähigkeit niemals aufgefasst werden, weil die Dichtigkeit der luftförmigen Körper von der Temperatur abhängig ist und daher fortwährend störenden Einflüssen unterliegt. Zur Korrektur dieser Ablenkungen benutzt man in der Praxis alle möglichen Kompensationsvorrichtungen. Für die Aufstellung eines Ballonprojekts sind aber jene Zahlenangaben erforderlich, zumal der Kubikmeter als Einheitsmaass für die Füllung dient.

Wenn ein mit Gas gefüllter Ballon einen „Gasüberdruck" erhalten soll, so wird dieser nur durch eine „Ueberfüllung" des Ballons erreicht. Nach dem Mariotte'schen Gesetz ist bei gleichbleibender Temperatur die Spannung einer bestimmten Gasmenge umgekehrt proportional seinem Volumen. Das heisst auf unsern Fall bezogen: füllen wir den Ballon einmal wie gewöhnlich mit Gas, so hat er keinen sogenannten „Ueberdruck", füllen wir ihm aber beispielsweise das gleiche Volumen Gas nach, so hat der Ballon eine Atmosphäre Ueberdruck und endlich, soll der Ballon nur $^1/_{50}$ Atmosphäre Ueberdruck haben, so muss er gleichfalls eine Mehrfüllung um den fünfzigsten Theil seines Volumens erhalten. Nehmen wir an, ein Ballon hat 2400 Kubikmeter Inhalt (so viel fasste Haenlein's Ballon) und soll noch eine Mehrfüllung von 48 Kubikmeter aufnehmen, so wird das Gas im Ballon verdichtet und das spezifische Gewicht des Gases wird grösser. Um das letztere besser zum Ausdruck gelangen zu lassen, sagen wir lieber, der Ballon wird um das absolute Gewicht der Mehrfüllung direkt belastet, er verliert von seiner Tragfähigkeit so viel, als die Mehrfüllung wiegt. Bei Anwendung eines Ballonet oder Luftsackes sehen wir dasselbe; in dem Maasse, wie der Luftsack aufgebläht wird, verkleinert man den Gasraum des Ballons, das Gas

verdichtet sich, wird schwerer, verliert an Tragfähigkeit und macht den Ballon sinken. Das Gewicht von 1 Kubikmeter Leuchtgas haben wir zu 0,65 Kilogramm gefunden, folglich wiegen 48 Kubikmeter = 31,2 Kilogramm. Diese Zahl erscheint zwar gering im Verhältniss zum Gesammtgewicht, sie wächst aber bei grössern Ballons ebenfalls an, und ein lenkbarer Ballon von 2400 Kubikmeter Inhalt ist erst der kleinste seiner Art.

Etwas günstiger stellt sich die Sache bei Wasserstofffüllung; in diesem Fall entspricht die Mehrbelastung nur 4,8 Kilogramm, aber dieses dünnere Gas erfordert unter dem Einfluss des Ueberdrucks eine um so bessere Hülle, wodurch wir eigentlich aus dem Regen in die Traufe gelangen.

Für einen Ballon mit Ueberdruck scheint ein gewöhnlicher Ballonstoff und darüber ringsum ein sehr engmaschiges Netz straff gezogen, am zweckmässigsten zu sein, einmal weil bei Anwendung eines Netzes der Ueberdruck auf viele kleine Flächendrucke zerlegt wird, und zweitens, weil die Gewichtszugabe durch das Netz geringer ausfällt, als durch die Verstärkung des Stoffes bei Verdoppelung u. a. im Allgemeinen.

Wir sind im Ballonbau durch äussere, naturgesetzlich begründete Verhältnisse merkwürdig beengt und können nur durch die Kunst der technischen Praxis den Ausweg finden. Die obigen Ausführungen mögen daher für den angezogenen Fall nur als Wegweiser dienen. Wenn indessen diese Ausführungen etwas weit hergeholt erscheinen, so lässt sich dies dadurch entschuldigen, dass wir in der Luftballon-Technik der Gewichtsvertheilung unsere peinlichste Sorgfalt zuwenden müssen.

Ein zweiter konstruktiver Punkt bei der Holzscheibe, der nicht so ganz harmlos aus der Beschreibung herausgefühlt wird, ist das voraussichtliche Verdrehbestreben der Scheibe während der Rotation der Schraube. Die Schraube findet in der Luft einen Widerstand, welchen sie nur überwinden kann, wenn der entsprechende Gegendruck vorhanden ist, der ihr zur Stütze dient. Ob nun die Schraube, wie bei Wolffs Luftschiff, direkt durch einen Miniatur-Dampfmotor betrieben wird oder durch Transmission von der Gondel aus, stets muss man bedacht sein, das unfreiwillige Drehbestreben der Holzscheibe, in dem Sinne entgegen der Schraubendrehung, ganz zu verhüten. Es giebt mehrere praktische Auswege zur Vermeidung dieses Uebelstandes, die Wahl der geeigneten Mittel bleibt aber zu sehr von der besondern Konstruktion des Luftballons abhängig und wir gehen daher an dieser Stelle auf den Punkt nicht näher ein, sondern erwähnen nur die nachtheilige Eigenschaft der Holzscheibe im Zusammenhang mit dem Vorigen.

Sewig's Windräder mit Schraubenflügeln.

Herr E. Sewig, früher in Hildesheim, jetzt in Berlin, hat Windräder mit Schraubenflügeln konstruirt, welche für die Luftschifffahrt von besonderem Interesse sind, weil diese Schraubenflügel eine Form besitzen, die als ungemein

zweckmässig, wenn nicht als die zweckmässigste, zur Anwendung für Schrauben lenkbarer Luftschiffe zu bezeichnen ist. Bemerkenswerth ist, dass nahezu die gleiche Schrauben-Konstruction bei dem grossen lenkbaren Luftballon der Gebrüder Tissandier angewandt ist. (Vergl. Les ballons dirigeables par G. Tissandier, Seite 48, Abbildung Tafel 4, ebenso Seite 22 und Tafel 2.) Die Herren Tissandier hatten 1881 in der elektrischen Ausstellung zu Paris bereits einen kleineren lenkbaren Ballon ausgestellt (siehe Heft VI., S. 177, und folgende des Jahrgangs 1882 unserer Zeitschrift), dessen Schraube jedoch anders konstruirt war, als die des 1883 vollendeten grösseren Ballons der genannten Herren. Wenn nun von den Gebrüdern Tissandier im Jahre 1883 eine ganz ähnliche Konstruktion, wie diejenige des Herrn Sewig, angewandt worden ist, dann liegt die Frage nahe, wem die Priorität dafür zuzuschreiben ist. Herr Sewig besitzt zwei deutsche Reichspatente, die einander ergänzen. Das erste derselben (No. 19869) ist ertheilt unter dem 31. Januar 1882, das zweite (No. 24434) unter dem 3. April 1883. Da die ersten Experimente mit dem grossen Tissandier'schen Ballon erst am 8. Oktober 1883 gemacht worden sind, so kann Herrn Sewig's Konstruktion jedenfalls nicht als Nachahmung betrachtet werden. Uebrigens ist es nicht ausgeschlossen, dass die gleiche Konstruktion in Paris ebenso wie in Deutschland selbstständig gefunden worden ist.

Eine sehr anschauliche Beschreibung der Erfindung des Herrn Sewig geben die betreffenden Patentschriften, die wir deswegen im Auszuge hier folgen lassen.

I. Patent No. 19869 vom 31. Januar 1882.

Selbstthätige Regulirung für Windräder.

Das Windrad besteht aus einer Welle und zwei Rädern, jedes Rad mit zwölf Speichen. Statt des Kranzes sind die Speichen an den äussersten Enden durch dünne Messingdrähte mit einander verbunden. Das eine Rad ist vorn fest an der Welle, das andere lose, sodass es sich auf der Welle sowohl drehen als auch vor- und rückwärts schieben lässt. Die Speichen des festen Rades und die Speichen des losen Rades sind an den äussersten Enden durch steife Leisten mit einander verbunden, derart, dass die Zapfen der Speichen in den Löchern der Leisten sich leicht drehen. Durch diese Verbindung bilden je eine Speiche des festen und eine Speiche des losen Rades zusammen einen Flügel. An die Verbindungsleisten sind auch die Flügelflächen angenäht und bedecken die Speichen bis zur halben Länge; dieselben sind konisch, so dass sie am schmalen Ende halb so breit sind, als am äussersten breiten Ende. An das schmale Ende ist wieder eine Leiste angenäht, und weil bei der Verstellung der Flügel zu grosser und kleiner Steigung die Speichen an dieser Stelle sich hin und her bewegen, so sind die Leisten mit Schlitzen versehen, die gerade so lang und breit sind, dass die Speichen sich leicht darin drehen und hin- und her bewegen können. Die Flügelflächen sind durch diese Verbindung mit den Speichen genöthigt, eine schraubenartige Verdrehung anzunehmen. Zur Spannung der Flügelflächen vom Umkreise nach der Achse sind gewickelte Federn von Messingdraht angebracht. Auf der Achse zwischen dem losen und dem festen Rade befindet

sich ein Ring; an diesem Ringe, der gross genug ist, um sich auf der Achse frei bewegen zu können, sind die zwölf Federn befestigt.

Zur Stellung der Flügel zu grosser und kleiner Steigung befindet sich an der Nabe des losen Rades ein Hals; an diesem Hals ist eine Kupplung angebracht, an der Kupplung befinden sich zwei Zahnstangen, die zu beiden Seiten der Welle parallel mit dieser in das Innere der Windmühle geleitet sind; hier greifen Triebe in die Zahnstangen, welche durch eine Kurbel gedreht werden. Mittelst eines Griffes, der hinten unter dem Ende der Welle sitzt, kann ein Schubriegel in die Zahnstangen geschoben werden, um die Flügel in jeder beliebigen Stellung festzuhalten.

Die zwölf Federn, welche die Flügelflächen straff halten, haben ausserdem noch die Wirkung, dass sie das lose Rad nach vorn ziehen und so die Flügel in der kleinsten Steigung zu halten streben. Diese Wirkung hat den Vortheil, dass sie zur Regelung der Geschwindigkeit der Windmühlen dienen kann. Da der Druck des Windes von beiden Rädern, von dem losen und festen, gleichmässig getragen wird, so wird das lose Rad um so mehr zurückweichen, je stärker der Wind ist, wodurch die Flügel eine grössere Steigung bekommen und die Geschwindigkeit vermindert wird. Sollte dieser Federdruck dem Druck des Windes nicht genügend widerstehen, so befindet sich im Innern der Windmühle an der Triebwelle, welche in die Zahnstangen eingreift, ein Rad, an welchem auch zugleich die Kurbel sitzt; an dieses Rad kann ein Gewicht gehängt oder an der Triebwelle kann eine Spiralfeder angebracht werden, welche die Zahnstangen nach vorn treibt und somit das lose Rad dem Winde entgegendrückt.

Die Verstellbarkeit der Steigung der Flügel beträgt $55\frac{1}{2}°$, sodass bei der kleinsten Steigung, wenn das lose Rad dem festen ganz nahegerückt ist, die Flügelfläche am äussersten Umfang mit der Achse, also auch mit der Richtung des Windes einen Winkel von 82° hat (Steigung $\frac{1}{4}$). Bei der grössten Steigung, wenn das lose Rad ganz zurückgezogen ist, einen Winkel von $26\frac{1}{2}°$ (Steigung 2). Wenn nun bei gutem Winde von 6 Meter Geschwindigkeit die Flügel auf $\frac{1}{4}$ Steigung gestellt sind, so wird das Windrad, wenn es leer geht, eine Geschwindigkeit von $4 \times 6 = 24$ Meter haben.

Bei Orkan von 40 Meter Geschwindigkeit auf Steigung 2 gestellt, ist die Umfangsgeschwindigkeit $\frac{4}{20} = 20$ Meter.

Die Flügelflächen können, der besseren Steifung wegen, noch mit einer beliebigen Anzahl Leisten besetzt werden, die, wie die vorher erwähnte Leiste, am schmalen Ende mit Schlitzen versehen sind und sich mit den Speichen kreuzen; es brauchen dann die Federn nicht so stark zu sein.

Der Patentanspruch lautet:

Für Schraubenflügel mit zwei Ruthensystemen, von denen das eine dem andern genähert werden kann, die an den unteren Segelleisten einerseits, andererseits an dem sich frei auf der Flügelwelle bewegenden Ringe befestigten Spiralfedern zur Spannung der Segel und zur Regulirung der Flügelstellung nach dem Winddruck.

II. Patent No. 24434 vom 3. April 1883.

Schraubenflügel für Windräder.

Das feste Rad ist mit einem Reifen umgeben, welcher aus dünnwandigem Eisenrohr hergestellt werden kann.

Die Segelleiste am breiten Ende des Segels besitzt in der Mitte ein Loch,

durch das ein Bolzen geht, mit dem die Leiste an dem Reifen mitten zwischen zwei Speichen festgehalten wird, derart, dass die Leiste sich leicht auf dem Bolzen drehen lässt.

Die Leiste am schmalen Ende des Segels wird zur Spannung des letzteren durch die Federn aus Messingdraht angezogen. Auf der Achse an beiden Seiten der Nabe befinden sich Ringe, welche die Federn halten und in der Nabe festsitzen.

Damit das Segel eine schraubenförmige Umdrehung erhält, ist es einerseits an der Achse längs derselben befestigt, andererseits mit der Leiste an seinem breiten Ende durch einen Bolzen, wie angegeben, an dem Radreifen festgehalten; wird nun diese Leiste so gedreht, dass sie mit der Ebene, in welcher der Radreifen liegt, einen Winkel bildet, so wird sich das Segel zu einem Schraubenflügel gestalten.

Damit das Windrad bei der veränderlichen Stärke des Windes sich mit gleichmässiger Geschwindigkeit dreht, ist ein Centrifugalregulator angebracht; derselbe ist auf folgende Weise zusammengesetzt:

An der Kupplung am Hals der Nabe (siehe die vorige Patentschrift) ist eine Querstange angebracht, die an beiden Enden durch zwei Zugstangen mittelst an zwei Radspeichen befestigten Winkelhebeln gelenkartig verbunden ist; von den Winkelhebeln gehen zwei lange Zugstangen durch an dem Radreifen befindliche Oesen und an diesen Zugstangen sind ausserhalb des Radreifens zwei Kugeln als Centrifugalgewichte angebracht. An den Speichen, nahe dem Radreifen, sind ebenfalls zwei Winkelhebel befindlich, die mit einem Schenkel mit den langen Zugstangen in Verbindung stehen, mit dem andern Schenkel aber die Stangen, welche die beiden Segelleisten eines jeden Segels mit einander verbinden, in Bewegung setzen.

Sämmtliche Segelleisten sind an beiden Enden durch Messingdrähte mit einander gelenkartig verbunden und müssen, wenn die je zwei an einem Segel befindlichen Leisten verbindenden Stangen in Bewegung gesetzt werden, sich alle gleichmässig drehen.

Grössere Festigkeit gewinnt das Rad noch, wenn, wie es bei Wagenrädern der Fall, die Speichen etwas nach vorn gerichtet sind („Stürzung" haben). Bei dieser Herstellungsweise müsste die Achse vorn aus der Nabe etwas hervorstehen und die Ringe, an denen die zur Spannung der Segel dienenden Federn befestigt sind, würden vor der Nabe anzubringen sein. Möglicherweise könnten die Federn und in Folge dessen ebenfalls die Ringe auch ganz entbehrt werden; in diesem Falle müssten jedoch die Segel bis zur Achse reichen und an der letzteren entlang befestigt werden.

Das Windrad hat noch den Vortheil, dass es von beiden Seiten betriebs- und regulirfähig ist; es kann dasselbe deshalb nicht zerstört werden, wenn es auch ein starker Sturmwind von hinten erfasst.

Der Patent-Anspruch lautet auf Schraubenflügel für Windräder, hergestellt durch die Befestigung der Segel einerseits an der Achse längs derselben, andrerseits an mit einem Bolzen an dem Radreifen drehbaren Leisten, wobei zur Spannung der Segel Federn und Ringe benutzt werden können.

* * *

Ein kleines Modell, welches die Form der Sewig'schen Schraubenflügel darstellt, kann man sehr leicht in folgender Weise herstellen. Man nimmt als Achse ein rundes Stückchen Holz in der Stärke eines Bleistiftes, bohrt durch dasselbe in rechtem Winkel zu seiner Längenrichtung ein kleines Loch

und steckt durch dieses eine feine Stricknadel so weit hindurch, dass sie auf beiden Seiten der Achse gleich weit hervorsteht. Dann dreht man die letztere etwas um ihre Längenrichtung und bohrt, ungefähr $2^1/_2$ Centimeter von dem ersten entfernt, ein zweites Loch, ebenfalls rechtwinklig zur Längenrichtung, und steckt auch durch dieses in der gleichen Weise eine Stricknadel. Von der Durchschnittsfläche der Achse gesehen, decken sich die beiden Stricknadeln nicht, sondern schneiden sich in einem spitzen Winkel. Die Achse mit den Nadeln bildet das Gestell zu dem Schraubenmodell. Man hat nur nöthig, den Zwischenraum zwischen den Nadeln an jeder Seite der Achse mit Papier oder Zeug zu bekleben und ein Schraubenmodell, welches genau das auch von den Brüdern Tissandier bei ihrer Luftschraube angewandte Prinzip zur Darstellung bringt, ist fertig.

Eine Schraube, nach diesem Prinzipe hergestellt, kann bei relativ sehr geringem Gewicht grosse Dimensionen haben.

Haenlein's Schraube hatte Flügel aus dünnem Eisenblech mit eisernen Sprossen und wog 79 Kilogramm. (Siehe Heft II., Seite 57, des Jahrgangs 1882 dieser Zeitschrift.) Eine Sewig'sche Luftschraube wird vollkommen genügende Festigkeit haben, wenn ihre Flügel aus Zeug hergestellt sind und wird daher wesentlich leichter sein können. —n.

Deutsche Reichspatente auf dem Gebiete der Luftschifffahrt,

zusammengestellt durch Lieutenant Freiherr **vom Hagen.**

Graf Apraxine, Petersburg. 9. April 1881. Patent No. 16492. Neuerungen an Luftballons.

Derselbe. 21. Juni 1878. Patent No. 6372. Neuerungen an Luftballons.

G. Baumgarten. 1. April 1880. Patent No. 14684. Neuerungen an Luftschiffen.

Derselbe. 2. April 1879. Patent No. 9137. Flügelluftschiff mit Lenkvorrichtung.

Derselbe. 2. Juli 1882. Patent No. 21730. Bewegungsmechanismus an Flugapparaten.

Derselbe. 17. November 1882. Patent No. 11471. Neuerungen an Fortbewegungs-Apparaten für Luft- und Wasserschiffe.

Derselbe. 19. Februar 1882. Patent No. 20348. Neuerungen an Windflügeln zur Fortbewegung von Luft- und Wasserschiffen.

Derselbe. 30. September 1881. Patent No. 18697. Neuerungen an Luftschiffen.

Derselbe. 1. April 1880. Patent No. 14684. Neuerungen an Luftschiffen.

Dr. Ackermann, Sagan. 7. Mai 1878. Patent No. 3486. Flug-Apparat.

F. W. Breazey, London. 1880. Patent No. 11881. Flug-Apparat.

Derselbe. 17. März 1882. Patent No. 19504. Neuerungen an Flugapparaten.

Blume, Homburg. 30. Juli 1879. Flügelschraube mit Luftsäcken als Triebvorrichtung für Luftschiffe.

A. Debayeux, Paris. 20. August 1881. Neuerungen an Luftschiffen.

R. W. Corvan und Th. Page, Montreal. 18. Mai 1879. Patent No. 5686. Rad mit drehbaren Schaufeln.

G. Fischer, Rühle. 25. März 1879. Patent No. 7352. Flügel-Luftschiff.
Derselbe. 18. Novbr. 1877. Fortbewegungs-Apparat für Luft- und Wasserschiffe.
Derselbe. 9. März 1880. Patent No. 11044. Luftschiff mit Ruderflügeln.
Derselbe. 21. September 1879. Patent No. 10224. Neuerungen an Luftschiffen.
O. Graf, Tomaszow. 15. October 1881. Patent No. 18228. Steuervorrichtung für Luftschiffe.
J. Griese, Kolberg. 7. December 1879. Patent No. 10842. Flugapparat.
F. Haupt. 11. Januar 1878. Patent No. 2600. Vorrichtung zur Führung, Eingeleisung und Festhaltung von Luftballons, welche sich in Leitungen bewegen können.
A. F. Heim, Leonbrunn, Württemberg. 19. Januar 1881. Patent No. 15119. Luftballon.
Jonas, Kiel. 10. August 1880. Patent No. 14019. Treibvorrichtungen an Flugmaschinen.
Kleeberg, Breslau. 25. März 1881. Patent No. 16352. Lenkvorrichtungen für Luftballons.
G. Koch, München. 1. November 1882. Patent No. 23658. Neuerung an Luftballons.
W. A. Leggo, Canada. 3. October 1879. Patent No. 11490. Neuerungen an Luftschiffen.
P. A. Lemmer, Wiesbaden. 30. November 1881. Patent No. 18961. Fortbewegung an Fahrzeugen auf schiefer Ebene mittelst Luftballons.
Mondorf, Wiesbaden. 12. April 1881. Patent No. 17263. Fortbewegungsapparat für Luftschiffe (Segelschraube).
A. Livingstone u. Blackmann, Nashville. 27. September 1881. Patent No. 20799. Neuerungen an Fahrzeugen und Maschinen für Luftschifffahrt.
Plate u. Burchhard, Bremen. 7. Mai 1882. Patent No. 20811. Luftschiff mit Lenkvorrichtung.
C. W. Petersen. 13. Januar 1882. Patent No. 21357. Neuerungen an Luftschiffen.
Fritz Vogel, Sonneberg. 30. November 1881. Patent No. 18961. Fortbewegung von Fahrzeugen auf schiefer Ebene mittelst Luftballons.
A. v. Wedell. 15. März 1882. Patent No. 19253. Flugapparat, betrieben durch Electricität.
O. Hartung, Leipzig. 6. September 1883. P. R. 26930. Luftschiff mit Lenkvorrichtung.
R. Wiesendanger, Hamburg. 18. September 1883. P. R. 26930. Neuerungen an Luftschiffen.
Ganswindt, stud. jur., Berlin. 24. April 1883. G. 2405. Luftschiff mit Lenkvorrichtung.
G. Wellner, Brünn. 27. Februar 1883. Segelsteuerung für Luftballons.
Derselbe. 28. März 1883. Patent No. 25328. Segelsteuerung für Luftballons.
Werner, Magdeburg. 8. September 1881. Patent No. 18448. Luftschiff mit beweglicher Gondel und verstellbaren Windschraubenflächen.
Wirth & Co., Frankfurt a. M. 22. Februar 1881. Neuerungen an Apparaten zur Fortbewegung in Luft und Wasser.
Dieselben. 7. Mai 1882. Patent No. 20214. Neuerungen an Apparaten zur Fortbewegung in Luft und Wasser.
Henning u. Eckert, Berlin 1883. Patent No. 26077. Neuerungen an Luftballons.

O. **Hartung**, Leipzig. 10. December 1883. Patent No. 26930. Luftschrauben.
Rob. **Hascher** u. L. **Laatsch**, Vetzschkau i. V. Patent No. 27410. Luftschiff mit Lenkvorrichtung.
R. **Wiesendanger**, 13. December 1883. Patent No. W. 2727. Neuerung an Luftschiffen.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve. 18. Année, No. 3. Paris, Mars 1885.

Im vorliegenden Märzhefte der französischen aëronautischen Zeitschrift widmet zunächst Herr Louis Rameau dem Andenken des bekannten Marine-Ingenieurs Dupuy de Lôme, welcher am 1. Februar d. J. im Alter von 68 Jahren zu Paris gestorben ist, einen ehrenvollen Nachruf. Wir entnehmen demselben Nachfolgendes: „Im Jahre 1870 war er Mitglied des Vertheidiguugs-Comités. Die Verwendung der Aërostaten, welche durch Herrn Rampont für den Dienst der Luftpost eingeführt war, liess damals die Frage der Luftschifffahrt lebhaft in den Vordergrund treten. Dupuy de Lôme beschloss einen lenkbaren Luftballon zu bauen, welcher die Rückkehr nach Paris ermöglichen sollte. Er legte sein Projekt der Akademie der Wissenschaften vor und erhielt von der Regierung der Défense Nationale einen Kredit von 40 000 Franks zum Bau seines Ballons. Im Anfang November ging er an's Werk, aber er beendete seine Arbeit erst wenige Tage vor der Kapitulation. Er hatte den bewilligten Kredit weit überschritten. Der Ausfall wurde theils von der Akademie, theils vom Erfinder selbst getragen. Der Aërostat wurde erst am 2. Februar 1872 versucht. An diesem Tage stieg Herr Dupuy de Lôme, begleitet vom Herrn Marine-Offizier Zédé, dem Seiler Herrn Gabriel Yon und 8 Arbeitsleuten von dem Fort von Vincennes aus mit dem Ballon, den er gebaut hatte. Das Ergebniss war nicht sehr glänzend. Die Eigengeschwindigkeit des Aërostaten betrug 2,80 Meter; die Geschwindigkeit des Windes war 15 Meter. Der Ballon konnte daher nicht Stand halten, er wurde vom Winde mitgenommen und schnitt denselben nur um 12 Grad. Dupuy de Lôme wiederholte dieses Experiment nicht, obschon es interessant gewesen wäre, dasselbe unter günstigeren Bedingungen wieder vorzunehmen. In der That, wenn man bei schwachem Winde gestiegen wäre, so hätte man mit mehr Erfolg, an Stelle des menschlichen Motors, der bei der Auffahrt von Vincennes verwandt wurde, einen mechanischen Motor benutzen können. Aber Dupuy de Lôme hatte darin Unrecht gehabt, dass er sich nicht über das unterrichtete, was vor seiner Zeit gethan worden war. Er hätte die früheren Arbeiten Giffard's benutzen müssen und würde dann erfahren haben, dass eine Geschwindigkeit von 2,80 Meter gänzlich ungenügend ist, um ein praktisches Resultat zu erzielen. Er würde ausserdem gelernt haben, dass für lenkbare Ballons ein Schuppen unumgänglich nothwendig ist, um Tag und Stunde des Aufstiegs auswählen zu können. Spätere Studien über die Geschwindigkeit des Windes vermehrten seine Entmuthigung."

Der zweite Artikel des Aéronaute bezieht sich auf eine, im Heft dieser Zeitschrift enthaltene Kritik unseres geehrten Mitarbeiters des Herrn Gerlach, die sich gegen gewisse, den Menschenflug betreffende Sätze des Herrn Ch. Weyher im Januar-

hefte des Aéronaute richtete. Da die Ausführungen des letztgenannten Herrn eine ausführliche Würdigung in der Zeitschrift finden werden, so wird auf dieselben hier nicht weiter eingegangen.*)

Das Märzheft des Aéronaute bringt ferner eine Zusammenstellung verschiedener Arten von Geschwindigkeit, welcher wir folgende Zahlen entnehmen:

Es legt zurück:	Meter in der Sekunde:
Die Schnecke	0,0015
Ein gehender Mann (4 Kilometer die Stunde)	1,11
Ein schwimmender Mann (805 Mtr. in 12 Min. nach Pettigrew)	1,12
Ein Tramwaywagen	2 bis 3,50
Der Ballon von Meudon am 8. November 1884	6,39
Die Stubenfliege nach Pettigrew	7,62
Rennthier vor dem Schlitten	8,40
Velocipedist	9.65
Walfisch nach Lacépède	11,0
Expresszug (in der Stunde 60 Kilometer)	16,90
Derselbe (in der Stunde 75 Kilometer)	20,83
Die Brieftaube	27,0 u. s. w.

Der Aéronaute vom März enthält ferner das Protokoll einer Sitzung vom 22. Januar d. J. ohne wesentliches Interesse für unsere Leser und endlich noch unter Faits divers, die Nachricht von dem Tode Louis Godards, des bekannten Luftschiffers. Der Name „Godard" hat in der aëronautischen Welt einen guten Klang und es zeichnete sich der Verstorbene ganz besonders durch seine grenzenlose Kühnheit aus, die ihn bei mancher lebensgefährlichen Fahrt mit Ballon und Fallschirm niemals im Stich gelassen hat. Louis Godard hatte seiner Zeit den Riesenballon des genialen Herrn Nadar gebaut und die verhängnissvolle Reise nach Hannover mitgemacht, ohne bei derselben Schaden zu nehmen. Während der Belagerung von Paris war der kühne Aëronaut, als Dritter in der Reihe, mit einem Doppelballon (Les États-unis) aufgestiegen und glücklich bei Mantes gelandet. Oft genug, wenn der wackre Luftschiffer in der Höhe schwebte, hat die Mutter Erde ihn nicht zu tragen brauchen, möge sie ihm jetzt ihrerseits leicht sein.

Denselben Wunsch sprechen wir aus in Bezug auf den tapferen Oberst Burnaby, der kürzlich in Egypten gefallen ist. Seine Ballonfahrt von England nach Frankreich, die er selbst in dem Buche „A ride accrosch the Chanel", London 1884, sehr anziehend geschildert hat, wird stets ein denkwürdiges Factum in der Geschichte der Aëronautik bleiben. —

Die sonstigen Mittheilungen der französischen Zeitschrift bieten kein besonderes Interesse. v. H.

Boletim da Sociedade de Geographia de Lisboa. 4. Serie No. 10 und No. 11.

Diese in portogiesischer Sprache geschriebene Zeitschrift, welche von der Akademie der Wissenschaften zu Lissabon herausgegeben wird, ist dem Verein, als einer wissenschaftlichen Gesellschaft, jetzt bereits seit 2 Jahren in liebenswürdiger Weise, ohne jede Gegenleistung gratis zugesandt worden. Dieselbe enthält eine

*) Vergleiche Seite 68 dieses Heftes. (Die Redaktion.)

Reihe vortrefflich geschriebener Artikel über die portugiesischen Kolonien in Afrika, die jetzt, nachdem wir neuerdings Nachbarn und Konkurrenten der Portugiesen auf den betreffenden Küstengebieten geworden sind, unser ganzes Interesse in Anspruch nehmen können. Die vorliegenden Hefte enthalten: Kurze Studien über Ackerbaukolonien. Reise nach der Serra do Gerez im September 1882. Expedition des Franzisko Barreto. Untergegangene Städte von Portugal. Das portugiesische Ostafrika. Timor. v. H.

Resposta a Sociedade Anti-Esclavista de Londres por J. A. Corte Real. Lisboa 1884.

Der Anti-Slavery Reporter, die Zeitschrift der Londoner Anti-Slavery Society, hatte unter dem 17. Mai v. J. einen Artikel gebracht, in welchem der Minister des Auswärtigen, Lord Granville, aufgefordert wurde, dem Sklavenhandel der Portugiesen ein Ende zu machen, welcher noch immer im Geheimen von Angola aus nach der Insel St. Thomé betrieben würde. Der Verfasser der vorstehend gedachten Broschüre führt den Nachweis, dass Lord Marzo, auf dessen Aussage hauptsächlich die Anschuldigung beruht, kontraktlich angeworbene schwarze Arbeiter für Sklaven angesehen hat. Die gesetzlichen Bestimmungen, nach welchen dergleichen Arbeiterengagements abgeschlossen und durchgeführt werden, sind genau dieselben, nach welchen im englischen Ostindien bei solchen Gelegenheiten verfahren wird. — Das Motto des gut geschriebenen Werkchens könnte heissen: „Fege erst vor Deiner Thür!“ v. H.

Meteorologische Zeitschrift. Berlin, 1885. Heft I. und II.

Heft I. (Januar-Heft) hat folgenden Inhalt: „Ueber atmosphärische und Gewitter-Elektrizität“ von Dr. Edmund Hoppe in Hamburg. Dieser Aufsatz weist darauf hin, dass bis jetzt die Beobachtung elektrischer Vorgänge in der Atmosphäre sich nur geringer Förderung zu erfreuen gehabt habe. Die meisten Meteorologen beschäftigten sich mehr mit den mechanischen Erscheinungen der Atmosphäre. Verfasser glaubt die Ursache darin zu finden, dass man fürchte, auf den bisher befolgten Wegen zur Erforschung der elektrischen Erscheinungen in der Atmosphäre nicht sobald zum Ziele zu gelangen, wie bei den mechanischen Vorgängen. Es fehle bis jetzt auch an ausreichenden Begründungen für die bereits aufgestellten Hypothesen. Der Autor beabsichtigt nun, durch seinen Aufsatz die Aufmerksamkeit mehr auf diese Vorgänge zu lenken. Er giebt zunächst einen sehr interessanten historischen Rückblick, welcher uns in sehr klarer Weise, in chronologischer Reihenfolge, die verschiedenen Theorien über die Erscheinungen der Luftelektrizität wiedergiebt. — Das Heft bringt ferner einen Aufsatz „Zur Charakteristik der Regen in Nord-West-Europa und Nord-Amerika“ von Dr. W. Köppen, und „Zur Geschichte des Nordlichts“ von Sophus Tromholt.

Das zweite Heft (Februar) enthält: Assmann, „Mikroskopische Beobachtung der Wolken-Elemente auf dem Brocken“. — Archibald, „Experimente mit an Drachen befestigten Anemometern“*). — Roth, „Ueber die Divergenz des durch einen Wassertropfen gespiegelten und gebrochenen Lichtes“. — Schaper, „Beschreibung der erdmagnetischen Station zu Lübeck“. — Ferner Korrespondenzen und Notizen: Kiesling, „Zur Erklärung der ringförmigen Gegen-Dämmerung“. Dankelman, „Die meteorolo-

*) Ueber diese und die Assmann'sche Abhandlung ist bereits im Jahrgang 1885, Heft II., Seite 60 unserer Zeitschrift eingehender referirt. D. R.

gischen Beobachtungen von Dr. Pogge in Meckenge". Treitschke, „Zunahme der Temperatur mit der Höhe während der Frostperioden im Januar d. J. in Thüringen". „Die meteorologische Station auf dem Inselsberg". Eschenhagen, „Beeinflussung der magnetischen Registrirapparate in Wilhelmshafen durch das Erdbeben in Spanien am 25. Dezember 1884". M.

Protokoll
der am 21. Februar 1885 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: Edm. Gerlach.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Vortrag des Herrn G. R.: „Einiges über die ersten Berliner Luftschifffahrts-Versuche"; Berathung über Aenderung zweier Paragraphen der Statuten; Mittheilungen der technischen Kommission.

Das Protokoll der vorigen Sitzung wird verlesen und genehmigt.

Der Vorsitzende theilt mit, dass die Vereinsbibliothek nunmehr im Geschäftslokale des Herrn Elsner, Ritterstr. 13, aufgestellt ist, ferner, dass die Vereinszeitschrift von jetzt ab im Verlage des Herrn W. H. Kühl, Jägerstr. 73, erscheinen und wie bisher in der Buchdruckerei des Herrn Elsner gedruckt werden wird. Eingegangen ist ein Schreiben des Kriegsministeriums, enthaltend eine Anfrage, in welchem Verlage die Vereinszeitschrift erscheinen werde, nachdem die Polytechnische Buchhandlung vom Verlage zurückgetreten.

Es folgt: Vortrag des Herrn Regely über die ersten in Berlin stattgehabten Luftschifffahrtsversuche. Der Vortrag wird in der Vereins-Zeitschrift erscheinen.

An der sich anschliessenden Debatte betheiligen sich die Herren Dr. Kronberg, Regely, Dr. Angerstein und vom Hagen I und II, welche Letzteren namentlich noch nähere Angaben über die Versuche des Berliner Wachstuchfabrikanten Claudius beibringen, während Herr Dr. Kronberg die Zuverlässigkeit des von demselben veröffentlichten Berichtes über seine Erfolge in Zweifel zieht.

Nach einer Pause theilt der Vorsitzende mit, dass sich die Herren Buchdruckereibesitzer Elsner und Buchhändler Kühl zur Aufnahme in den Verein angemeldet haben. Es folgt sodann die Berathung über die Aenderung zweier Paragraphen der Statuten, welche seitens des Vorstandes in Vorschlag gebracht worden ist. An die Mittheilung der Vorschläge knüpft sich eine längere Debatte, an der sich besonders die Herren Regely, Buchholtz, Dr. Kronberg etc. betheiligen und verschiedene Abänderungsanträge stellen. Das Resultat der Berathung ist, dass den nachbenannten Paragraphen folgende Fassung gegeben wird:

> § 2. Der Zweck des Vereins ist, die Luftschifffahrt im Dienste der Wissenschaft, des Verkehrs und der Kriegskunst zu fördern, sowie insbesondere darauf hinzuarbeiten, dass die Lösung des Problems der Herstellung lenkbarer Luftschiffe thunlichst unterstützt wird.
>
> § 3. Die Mittel zur Erreichung dieses Zweckes sind: 1. Vor Allem das Bestreben, die Möglichkeit der Herstellung lenkbarer Luftschiffe, sowie Projekte solcher Luftschiffe, soweit dieselben thatsächlich neu sind und von der technischen Kommission des Vereins als zur Veröffentlichung geeignet erachtet werden, zur allgemeinen Kenntniss zu bringen. — 2. Prüfung und

Förderung von Projekten, welche zur Entwicklung der Aëronautik geeignet erscheinen.

§ 14. Die ordentlichen Vereinsversammlungen finden am 2. und 4. Sonnabend eines jeden Monats statt, jedoch kann auf Beschluss des Vereins die Zahl der Versammlungen verringert werden.

Bei § 14 war von verschiedenen Seiten der Vorschlag gemacht worden, in Zukunft überhaupt monatlich nur eine Sitzung stattfinden zu lassen. Hiergegen wurde jedoch geltend gemacht, dass eine derartige Bestimmung leicht dazu beitragen könne, das Interesse an der Vereinsthätigkeit abzuschwächen. Die Versammlung entschied sich sodann mit bedeutender Mehrheit in dem angegebenen Sinne.

Die nächste Sitzung wird auf den 14. März festgesetzt.

Die Herren Elsner und Kühl werden in den Verein aufgenommen. Nachdem sodann der Schriftführer noch das vorliegende Protokoll verlesen hat und dasselbe seitens der Versammlung genehmigt ist, wird die Sitzung um 10 Uhr 45 Minuten geschlossen.

Revidirte Statuten
des
deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

(Nach der in der Vereins-Sitzung vom 21. Februar 1885 angenommenen Fassung.)

§ 1.

Der Verein besteht aus ordentlichen (einheimischen und auswärtigen) Mitgliedern und Ehrenmitgliedern und hat seinen Hauptsitz in Berlin.

§ 2.

Der Zweck des Vereins ist, die Luftschifffahrt im Dienste der Wissenschaft, des Verkehrs und der Kriegskunst zu fördern, sowie insbesondere darauf hin zu arbeiten, dass die Lösung des Problems der Herstellung lenkbarer Luftschiffe thunlichst unterstützt wird.

§ 3.

Die Mittel zur Erreichung dieses Zweckes sind:

1. Vor allem das Bestreben, die Möglichkeit der Herstellung lenkbarer Luftschiffe, sowie Projekte solcher Luftschiffe, soweit dieselben thatsächlich neu sind und von der technischen Kommission des Vereins als zur Veröffentlichung geeignet erachtet werden, zur allgemeinen Kenntniss zu bringen.
2. Prüfung und Förderung von Projekten, welche zur Entwickelung der Aëronautik geeignet erscheinen.

§ 4.

Als Mitglied kann jeder In- und Ausländer angenommen werden.

§ 5.

Jeder, der dem Vereine beizutreten wünscht, muss durch zwei Mitglieder vorgeschlagen werden. Erhebt ein Mitglied des Vereins Anstände gegen die Aufnahme des Vorgeschlagenen, so tritt Ballotement ein.

§ 6.

Personen, welche sich um den Verein oder um die Luftschifffahrt in hervorragender Weise verdient gemacht haben, können durch Majoritätsbeschluss zu Ehrenmitgliedern ernannt werden.

§ 7.

Anträge auf Abänderung der Statuten sind schriftlich einzureichen und können nur dann zur Beschlussfassung gelangen, wenn sie von mindestens zehn Mitgliedern unterstützt werden. Der Vorstand hat dieselben 14 Tage vorher zur Kenntniss des Vereins zu bringen.

§ 8.

Zur Deckung der Kosten, welche mit der Verwaltung und dem Zwecke des Vereins verbunden sind, wird von jedem einheimischen Mitgliede ein jährlicher Beitrag von zwanzig Mark erhoben, so wie von den neu hinzutretenden Mitgliedern ein Eintrittsgeld von fünf Mark. Die auswärtigen Mitglieder zahlen nur sechszehn Mark jährlichen Beitrag. Durch die Beitragszahlung erhalten die Mitglieder den Anspruch auf unentgeltlichen Bezug der Zeitschrift und aller sonstigen Veröffentlichungen des Vereins.

§ 9.

Die laufenden Beiträge sind pränumerando in vierteljährlichen Raten an den Schatzmeister des Vereins zu entrichten. Mitglieder, welche mit dem Beitrag im Rückstande sind und wiederholten schriftlichen Aufforderungen zur Entrichtung seitens des Schatzmeisters nicht nachkommen, gehen nach Beschluss des Vorstandes ihrer Mitgliedschaft verlustig.

§ 10.

Mitglieder, welche aus dem Verein freiwillig ausscheiden oder durch Beschluss des Vereins, beziehungsweise des Vorstandes (§ 9.) ausgeschlossen werden, haben keine Ansprüche auf das Vermögen des Vereins.

§ 11.

Die Leitung des Vereins ruht in den Händen des Vorstandes. Derselbe besteht aus sechs Mitgliedern:

dem Vorsitzenden,
dessen Stellvertreter,
zwei Schriftführern,
dem Schatzmeister und
dem Bibliothekar.

Die Vorstandsmitglieder sind durch absolute Stimmenmehrheit der in einer ausserordentlichen Versammlung (§ 13) Anwesenden, ein jedes in besonderem Wahlgange durch Stimmzettel auf die Dauer eines Kalenderjahres zu wählen. Bei Stimmengleichheit im Vorstande entscheidet der Vorsitzende.

Zur Förderung der Vereinsthätigkeit kann der Verein nach Bedürfniss Special-Ausschüsse erwählen, denen eventuell das Recht der Cooptation überlassen bleibt.

§ 12.

Der Vorstand ist berechtigt, die laufenden Ausgaben aus den Vereinsmitteln zu decken. Ueber alle sonstige Verwendung der Vereinsmittel beschliesst der Verein durch Stimmenmehrheit.

§ 13.

In der im Januar jeden Jahres stattfindenden ausserordentlichen Versammlung hat der Vorstand über die Verhältnisse des Vereins Bericht zu erstatten, nachdem zuvor Bücher und Kasse durch zwei im Dezember zu wählende Revisoren geprüft worden sind. Die Revisoren haben alsdann in dieser Versammlung den Rechenschafts-Bericht zu unterbreiten.

Die Neuwahl der Vorstands-Mitglieder findet in dieser Versammlung statt.

§ 14.

Die ordentlichen Vereinsversammlungen finden am 2. und 4. Sonnabend eines jeden Monats statt; jedoch kann auf Beschluss des Vereins die Zahl der Versammlungen verringert werden.

Zu allen Versammlungen werden die Mitglieder unter Angabe der Tagesordnung schriftlich eingeladen.

Verzeichniss der Bücher und sonstigen Druckschriften
in der
Bibliothek des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

A.

1. Aéronaute L', Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne, Paris. Jahrg. 1868.
2. „ „ „ „ „ „ „ „ 1869.
3. „ „ „ „ „ „ „ „ 1870.
4. „ „ „ „ „ „ „ „ 1871.
5. „ „ „ „ „ „ „ „ 1872.
6. „ „ „ „ „ „ „ „ 1873.
7. „ „ „ „ „ „ „ „ 1874.
8. „ „ „ „ „ „ „ „ 1875.
9. „ „ „ „ „ „ „ „ 1876.
10. „ „ „ „ „ „ „ „ 1877.
11. „ „ „ „ „ „ „ „ 1878.
12. „ „ „ „ „ „ „ „ 1879.
13. „ „ „ „ „ „ „ „ 1880.
14. „ „ „ „ „ „ „ „ 1881.
15. „ „ „ „ „ „ „ „ 1882 (Jan.—Juli).
16. „ „ „ „ „ „ „ „ 1882 (Aug.—Dec.).
17. „ „ „ „ „ „ „ „ 1883.
18. „ „ „ „ „ „ „ „ 1884.
19. Auerbach, Dr. Felix, Hundert Jahre Luftschifffahrt. Breslau 1883.
20. Aëronautica der Kaiserl. Russischen Technolog. Gesellschaft (russisch). St. Petersburg 1884.
21. Almeida d', A questão do Meridiano universal por A. Lisboa 1883.
22. Ardisson, Annibal, Le dirigeable. Paris 1882.

24. Aëronautical Society of Great Britain. Annual report for the year. 1869.
25. „ „ „ „ „ 1877.
26. „ „ „ „ „ 1878.
27. „ „ „ „ „ 1879 (m. 77 zus. geb.).
28. „ „ „ „ „ 1880.
29. „ „ „ „ „ 1881 } zusammen
30. „ „ „ „ „ 1882 } gebunden.
31. Angerstein, Dr. W., Hoch über dem Erdgetümmel. (Schorers Familienblatt No. 39 vom Jahre 1884.)
32. Aërostatischer Versuch, Nachricht über einen, zu Ottobeuren 22. Jan. 1784.
33. Annalen der Kaiserl. russ. technolog. Gesellschaft. M. A. (Russisch.) Jahrg. 1884.
34. „ „ „ „ „ Jahrg. 1884 Bd. II.
35. „ „ „ „ „ „ 1884 „ III.
36. „ „ „ „ „ „ 1884 „ IV.
37. „ „ „ „ „ „ 1884 „ V.
38. Antologia Nuova, Rivista di Scienze, Lettere e Arti. Aprile 1882. Roma.

B.

39. Biedenfeld, Frhr. von, Die Luftballone und das Reisen durch die Luft. M. K. Weimar 1853.
40. Berlinische Monatsschrift. Berlin 1784. Bd. III. (Ueber den Erfinder der fliegenden Luftmaschinen.)
41. Boletim da sociedade de geographia de Lisboa. Lisboa 1881.
41b. „ „ „ „ „ 1881, Bd. II.
42. „ „ „ „ „ 1882.
42b. „ „ „ „ „ 1882, Bd. II.
43. „ „ „ „ „ 1883.
43b. „ „ „ „ „ 1883, Bd. II.
43c. „ „ „ „ „ 1883, „ III.
43d. „ „ „ „ „ 1883, „ IV.
43e. „ „ „ „ „ 1883, „ V.
43f. „ „ „ „ „ 1883, „ VI.
43g. „ „ „ „ „ 1883, „ X.
43h. „ „ „ „ „ 1883, „ XI.
44. Bosse, Zur Klärung der Flugfrage. 1884.
45. Bork, F. W., Die Kraftmaschinen für das Kleingewerbe.
46. Blanchard, Ausführliche Beschreibung der 28. Luftreise. Regensburg 1787.
47. Brissonet, Le ballon. Bulletin trimistriel. Paris 1882.
47b. „ „ „ „ „ 1883.
48. Broszus, J. E., Die Theorie der Sonnenflecke. Berlin 1884.

C.

49. Cameron, Aerial navigation.
50. Cavallo, Tiberio, Geschichte der Luftschifffahrt.
51. Civil-Ingenieur, Der, von 1880, Heft 6 u. 7 enthält: „Zur Theorie des Widerstandes der Medien“ von Samuelson.

52. Comité-Ingenieur, Mittheilungen des. Heft 18. Berlin 1873.
53. Cordeiro, La question du Zaire par C. Lisbonne 1883.
54. Cordenons, Problem der Luftschifffahrt gelöst. 1826.
55. Claudius, Carl Friedr. Selbstbiographie etc. Berlin 1834.
56. Corte Real. Resposta a Sociedade Anti-Esclavista de Londres. Lisboa 1884.

D.

62. Darcis, La solution des ballons dirigeables. Paris.
63. Delon, Promenades dans les nuages. Paris 1881. M. K.
64. Denkschrift betreffend die Aeronautik. Kiel 1845.
65. Dieuaide, Tableau de l'Aviation par E. D. Paris. (Holzschnitt mit Text.)
66. Dinglers Polytechn. Journal. (Ueber die Lenkung des Aerostaten von Meltzl. 1824.
67. „ „ „ (Ueber Luftschifffahrt.) 1826.
68. „ „ „ (Verbesserung des Fallschirms von Heugler.) 1832.
69. „ „ „ (Ueber das Luftschiff: Der Adler von Lennox.) 1836.
70a. „ „ „ (Ueber Mittel, d. Luftballon zu dirigiren v. Polli.) 1840.
70b. „ „ „ (Greens Verbesserungen und Versuche.) 1849.
71. „ „ „ (Neuere Vorschläge für lenkbare Luftballons.) 1884.
72. Dove, H. W., Darstellung d. Wärme-Erscheinungen durch 5tägige Mittel. Berlin 1856.
73. — — „ „ „ „ „ Bd. II.
73b. — — Das Gesetz der Stürme. Berlin 1873.
74. Droits de Patronage du Portugal en Afrique. Lisbonne 1883.
75. Dupuis Delcourt, Nouveau Manuel complet d'Aérostation. Paris 1850.

E.

85. Electrical Review, Aug. 1882. (Military telegraph-stations in balloons.)
86. Engineering, Novbr. 1882. (Military Ballooning.)
87. Ernouf, Histoire de quatre inventeurs français au dix-neuvième siècle. (Giffard.) Paris 1884.
88. Expedição scientifica na serra d'Estrella em 1881. Lisboa 1883. Secção de Botanica.
89. „ „ „ „ „ Secção de ophtalmologia.
98. „ „ „ „ „ Secção de ethnographia.
91. „ „ „ „ „ Seccao de Archeologia.

F.

101. Faujas de St. Fond, Beschr. der Versuche m. d. Luftkugel. Wien 1784. M. K.
102. Falb, Rud., Von den Umwälzungen im Weltall. Wien 1881.
103. „ „ Wetterbriefe. Wien 1883.
104. Flugtechnik, Fachgruppe für, des österr. Ingenieur- und Architektenvereins. Sitzungsberichte 1881.
104b. Flugtechnik, Fachgruppe für, des österr. Ingenieur- und Architektenvereins. Sitzungsberichte Jan. 1882.
105. Fels, vom, zum Meer. Illustrirte Zeitschrift 1883. Heft No. 8.
106. Figuier, Histoire des principales d'écouvertés (Les aérostats). Paris 1852.

107. Fonvielle, W. de, Aventures aériennes. Paris 1876.
108. „ „ Les grandes ascensions maritimes. Paris 1882. M. K.
109. „ „ La science en ballon. Paris 1869.
110. Friesenhof, Wetterlehre oder praktische Meteorologie.

G.

121. Ganswind, Die Möglichkeit der aërostatischen Luftschifffahrt. Berlin 1884.
122. Gazeta de la Industria y de las invenciones. Barcelona 1882.
123. „ „ „ „ „ 1883.
124. Giffard, Obsèques de M. Henri G. Paris 1882.
125. Glagau, Otto, Der Kulturkämpfer. Heft 79 (Gesellschaftsluftschiffe). Berlin 1883.
126. Glaisher, J., Camille Flammarion, W. de Fonvielle et G. Tissandier, Voyages Aériens. Paris 1870. M. K.
127. Gontier-Grigg, Aérostat propulsif. Luxemburg 1862.
128. Gastineau, La vie et les ascensions de l'aéronaute, E. Godard.
129. Gossler, Der Flugmechanismus der Natur. Berlin 1862.
130. Gretschel, Katechismus der Meteorologie. Leipzig 1878.
131. Graffigny, H. de, Récits d'un Aéronaute. Paris 1885 (Illustré).

H.

138. Haedicke, Grundzüge zu einer Theorie des Fluges. Kiel 1879.
139. Helmholtz, Wissenschaftliche Abhandlungen. Leipzig 1881.
140. Humboldt, Monatsschr. f. d. gesammten Naturwissensch. Stuttgart 1884 (Jan.).
141. Hoffmeier, N., Wetterstudien, übersetzt von Parkinson. Hamburg 1874.
142. Hosemann, Ueber Kleinmotoren.

J.

144. Jarolimek, Ueber die Beziehung zwischen der Spannung und Temperatur gesättigter Wasserdämpfe und gesättigter Kohlensäuredämpfe. 1882.
145. Jarolimek, Ueber die Gravitation. Hainburg 1883.
146. Jamin, J., Les ballons. (Revue des deux mondes.) Paris 1885.
147. Illustrirte Leipziger Zeitung. (Ein Fascikel enthält Nummern verschiedener Jahrgänge mit Aufsätzen über Aëronautik.) M. K.
148. Illustrazione Italiana vom 7. September 1884. (Renards Luftschiff.) M. K.
149. Illustrirte Deutsche Zeitung, No. 1 u. No. 2. (Momentphotogr. u. Renards B.)
150. Journal of the Royal-United Service-Institution. (Vortrag des Capt. Templer über Militair-Aëronautik.) London 1879.
151. Dasselbe. Bd. VIII. No. 30 von 1864.
152. Dasselbe. Bd. XXVII. No. 122 von 1883.
153. Industrie und Gewerbeblatt, Bayrisches, Novemb. u. Decemb. 1882. Mr. A.

(Schluss folgt.)

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Alte Jacob-Strasse 134.
Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

IV. Jahrgang. 1885. Heft IV.

Ueber zwei Bestimmungsmethoden der Atom- und Molecülvolumina.

Von **Rudolf Mewes.**

Dass gerade die Luftschifffahrt in hohem Maasse von dem Fortschritt der Chemie abhängig ist, dürfte kaum zu bezweifeln sein. Gerade die Anforderungen, welche jetzt an die Luftschifffahrt gestellt werden, lassen dies recht deutlich hervortreten. Damit beispielsweise der Standballon und das theilweise lenkbare Luftschiff mit Erfolg im Kriege verwendet werden können, ist vor allen Dingen vom Chemiker die Aufgabe zu lösen, Wasserstoff schnell, billig und rein darzustellen. Ferner hat der Chemiker, damit sich die rein mechanische Luftfahrt verwirklichen kann, eine bequeme Massengewinnung des leichten und festen Metalls Aluminium zu ermöglichen. Die elektolytische Darstellung des Aluminiums, welche eine neue Fabrik in Berlin in grossem Maassstabe anzuwenden gedenkt, dürfte doch noch etwas zu theuer werden, denn ich glaube kaum, dass sich auf diesem Wege das Kilogramm Aluminium für weniger als 60 Mk. wird herstellen lassen. Schon die aufgezählten Aufgaben, welche die Luftschifffahrt dem Chemiker stellt, beweisen deutlich genug, dass eine Förderung der Chemie auch für die Luftschifffahrt von Nutzen sein muss.

Es dürfte daher auch folgender Aufsatz, der die Ausbildung und Förderung theoretischer Forschungen in der modernen Chemie bezweckt, gerade der Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt willkommen sein, zumal in der Regel den theoretischen Spekulationen die praktischen Resultate bald nachfolgen.

Bevor ich auf die Auseinandersetzung der beiden neuen Bestimmungsmethoden der Molecülvolumina eingehe, welche den Gegenstand dieser Arbeit bilden, halte ich es für meine Pflicht, die bisherigen Versuche auf diesem Gebiete kurz zu erwähnen. Auf anderem Wege haben nämlich hervorragende Chemiker, wie Kopp, Meyer, Mendelejeff und Andere, die Molecülvolumina nicht ohne Erfolg zu ermitteln gesucht. Als der Erste hat H. Kopp nicht nur auf die Möglichkeit hingewiesen, dass Molecülvolumen, d. h. den Rauminhalt, den die materiellen Theilchen für sich einnehmen, bei der Ermittelung der Atomverkettung zu verwerthen, sondern dies Mittel mit Erfolg auch praktisch benutzt. Ferner hat Herr Professor Dr. L. Meyer in seinem Werke „Moderne Theorien der Chemie“ die Abhängigkeit der Eigenschaften der Stoffe von dem Atomvolumen und dem Atomgewichte durch graphische Darstellung in recht anschaulicher und deutlicher Weise gekennzeichnet. Denselben Gegenstand hat gleichzeitig auch Mendelejeff einer eingehenden Bearbeitung unterzogen (cfr. L. Meyer a. a. O. § 108). Auf diesem Gebiete sind noch die Untersuchungen von Koppet und Rüdorff über die Diffusionserscheinungen der Salzlösungen zu erwähnen. Hiermit dürfte die hauptsächlichste über diesen Gegenstand bis jetzt vorhandene Litteratur so ziemlich erschöpft sein. Da indessen bisher keine Methode zur exakten Auffindung der Molecülvolumina sich allgemeine Geltung hat verschaffen können, so blieben die erreichten Resultate, zumal sie nicht vollständig übereinstimmten, immerhin etwas provisorisch und hypothetisch.

Der wesentlichste Grund hiervon dürfte meiner Ansicht nach in der Schwierigkeit zu suchen sein, mit der sich die zur Bestätigung der zu Grunde gelegten Spekulationen erforderlichen Beobachtungen ausführen lassen. Wenn auch der Geist und das Geschick dieser Forscher die ihnen dabei entgegenstehenden Hindernisse grösstentheils zu überwinden wussten, so dürfte doch ein anderweitiger und vielleicht bequemerer Versuch zur Bestätigung oder womöglich zur Erweiterung ihrer Arbeiten höchst willkommen sein. In diesem Sinne möchte ich den Versuch wagen, sowohl die Atomvolumina der Elemente als auch die Molecülvolumina der Verbindungen nach einem einheitlichen Prinzip herzuleiten, nämlich in ähnlicher Weise, wie dies Avogadro für die Moleculargewichte ausgeführt hat. —

Nach Avogadro's Satze enthalten gleiche Gasvolumina bei gleicher Temperatur und gleichem Druck dieselbe Anzahl von Molecülen. Könnte man nun das Gesammtvolumen der in gleichen Räumen enthaltenen Molecüle ermitteln, so würde man sofort damit auch die relativen Molecülvolumina der verschiedenen Stoffe erhalten. Auf diesen beiden Voraussetzungen basirt die folgende Untersuchung; dieselbe fällt und besteht demnach mit der Lehre Avogadro's, lässt also deren Wichtigkeit für die Chemie gleichfalls deutlich erkennen. Die Lösung der Aufgabe, welche die zweite Voraussetzung fordert, ist mit Hülfe des verbesserten Boyle'schen Gesetzes für den gasförmigen Agregatzustand auszuführen. Unter Annahme der Permanenztemperatur lässt

sich die zwischen Druck und Volumen eines Gases bestehende Beziehung nämlich dahin formuliren, dass das Verhältniss der Zwischenräume das umgekehrte Verhältniss der Spannkräfte liefert.

Es ist also in der alten Boyle'schen Formel für das Gesammtvolumen das Zwischenvolumen, also der zwischen den Molecülen befindliche Raum, zu setzen. Zu diesem Zwecke ist das Molecülvolumen zu berücksichtigen. Bezeichnet man mit x das Gesammtvolumen aller in einem Gase enthaltenen Molecüle, so erhält man die neue Formel: $\frac{p}{p_0} = \frac{v_0 - x}{v - x}.$ In diesem Ausdruck sind durch Beobachtung bestimmbar die Grössen p, p_0, v_0 und v; somit ist mit deren Hülfe der Werth des Molecülvolumens x aus der Gleichung $\frac{p}{p_0} = \frac{v_0 - x}{v - x}$ unschwer zu berechnen. Es sei mir gestattet, an dieser Stelle den Entwickelungsgang der Aufstellungen über die Temperatur-, Druck- und Raumbeziehungen der Gase kurz darzustellen. Es sind drei Entwickelungsphasen darin zu unterscheiden. Zunächst wurde das Gesetz, nachdem sich das Volumen eines Gases bei konstanter Temperatur mit dem Druck ändert, fast gleichzeitig von dem englischen Chemiker Boyle und dem französischen Physiker Mariotte unabhängig von einander aufgefunden und durch Versuche bestätigt. Dasselbe wird nach dem letzteren in der Regel als das Mariotte'sche Gesetz bezeichnet, wurde aber von dem ersteren in geistvollerer Weise erfasst und blieb nicht ohne Einfluss auf dessen chemische Anschauungsweise. Die Formel des von jenen Forschern aufgestellten Spannungsgesetzes lautet: $\frac{p}{p_0} = \frac{v_0}{v}$ oder $p\,v = p_0\,v_0$, wenn v der dem Drucke p, v_0 der dem Drucke p_0 entsprechende Raum derselben Gasmenge ist. Die theoretischen Ansichten, welche zur Erklärung dieser Thatsachen von Daniel Bernoulli in seiner Hydrodynamik aufgestellt wurden, blieben seiner Zeit ohne Wirkung. Die Wissenschaft schlug einen anderen Weg ein. Ebenso wie Boyle durch die Beschäftigung mit der Chemie auf sein Gesetz, so wurde auch Gay-Lussac durch die Untersuchungen, welche er in Gemeinschaft mit A. v. Humboldt im Anfang unseres Jahrhunderts über die Gase anstellte, darauf geführt, dass jene Regel auch dann noch für sämmtliche Gase Gültigkeit behalte, wenn die Temperatur und damit auch das Volumen oder die Spannkraft sich ändere. Dadurch nahm die erweiterte Mariotte'sche Regel folgende Formelgestalt an: $p\,v = p_0\,v_0\,(1 + \alpha\,t)$. Die Grösse α ist der Ausdehnungscoëfficient der Luft; t giebt die Gastemperatur an. Die herrlichen Früchte, welche aus den sich hieran anschliessenden Untersuchungen Gay-Lussac's der Chemie erwuchsen, sind so bekannt, dass ich darauf nicht besonders einzugehen brauche. Erst durch die Entwickelung der modernen Chemie und durch den Einfluss der mechanischen Wärmetheorie wurden die neueren Forscher auf die alte Bernoulli'sche Anschauung zurückgeführt.

In den diesbezüglichen Untersuchungen gelangten Physiker, wie Klausius,

van der Waals und Dühring, zu dem Resultat, dass man bei der Boyle'schen Regel auf das Zwischenvolumen Bezug nehmen, also die Raumgrösse der die Gasmenge bildenden Molecülen berücksichtigen müsse. (Crf. O. E. Meyer, Kinetische Theorie der Gase.) Sieht man von nebensächlichen Korrektionen ab, welche in der van der Waals'schen Formel sich noch finden, so geht dieselbe in diejenige von Dühring über, und die darnach abgeänderte Formel, welche oben schon angegeben ist, lautet: $\frac{p}{p_0} = \frac{v_0 - x}{v - x}$. Die in dieser Weise verbesserte Boyle'sche Regel lässt sich nun vortheilhaft in der Chemie verwerthen. Denn da alle Gase und Dämpfe, die oberhalb der kritischen Temperatur unzersetzt bleiben, diesem Gesetze bei hohen Drucken mit grosser Annäherung gehorchen, so ist man mit Hülfe desselben im Stande, für solche Gase den Werth von x, d. h. deren Molecülvolumen, zu bestimmen, mögen es nun solche von Verbindungen organischer oder anorganischer Natur, oder solche von Elementen sein. Damit sind natürlich auch die Atomvolumina der Elemente als einfache Theile der Molecülvolumina bekannt.

Soweit die Regel Avogadro's Gültigkeit hat, muss auch die eben auseinandergesetzte Methode zur Bestimmung der Molecül- und Atomvolumina gelten. Von den Methoden, welche die oben erwähnten Forscher anwandten, unterscheidet sie sich wesentlich dadurch, dass sie das Molecülvolumen nicht aus den Erscheinungen ableitet, welche von der Raumgrösse des einzelnen Molecüls abhängen, sondern dass sie direct den Rauminhalt einer bestimmten, aber gleichen Molecülzahl ermittelt. Die messende Beobachtung nach dem früher eingeschlagenen Verfahren ist mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, wie daraus hervorgeht, dass die Transpirationsbeobachtungen bei den Dämpfen nur schwer mit der wünschenswerthen Genauigkeit ausführbar sind. Bei meiner Methode handelt es sich hingegen nicht um so feine Messungen, weil man in der Praxis nach Belieben eine grössere oder kleinere Menge der Substanz benutzen kann, ohne im ersten Fall sich grossen Schwierigkeiten auszusetzen. Als natürliche Maasseinheit für die Molecülvolumina wird man aus weiter unten sich ergebenden Gründen das Molecülvolumen des Wasserstoffs im Zustande absoluter Dichtigkeit wählen.

Weder durch physikalische noch durch chemische Ursachen hat bisher erreicht werden können, die in einem Raumtheil Wasserstoffgas enthaltenen materiellen Theilchen auf ein kleineres Volumen als auf $^1/_{1600}$ desjenigen Raumes zusammenzudrücken, welchen das Gas beim Druck einer Atmosphäre und der Temperatur 0^0 einnimmt; denn die aus Pd_2H, Na_2H und K_2H berechnete Dichtigkeit 0,62 für H in Bezug auf Wasser dürfte sich vielleicht mit Rücksicht auf die Dichtigkeitsänderung des Pd, Na und K auf obigen Werth zurückführen lassen. Aus diesem Grunde halte ich mich berechtigt, diesen Zustand als den der absoluten, d. h. überhaupt erreichbaren Dichtigkeit des Wasserstoffs zu definiren. Man erhält, wenn man das Molecülvolumen

des Wasserstoffs als Maasseinheit annimmt, für die Molecülvolumina der wichtigsten Elemente folgende Werthe:

$H = \frac{1}{1600}$ des Rauminhalts des Gases bei 0° unter dem Druck einer Atmosphäre = 1; $O = \frac{1600}{1300} = 1{,}2308$; $N = \frac{1600}{940} = 1{,}7021$; $C\,O = \frac{1600}{825} = 1{,}9394$; aus $C\,O = \frac{1}{825}$ und $O = \frac{1}{1300}$ folgt, dass $C = \frac{1}{825} - \frac{1}{1300} = \frac{1}{2258}$ oder $= \frac{1600}{2258} = 0{,}7086$ ist, oder aus $C\,O = 1{,}9394$ und $O = 1{,}2308$, folgt durch Subtraction $C = 0{,}7086$.

Von den hier angegebenen Werthen sind diejenigen von H, O und N mit Hülfe der Formel $\frac{p}{p_0} = \frac{v_0 - x}{v - x}$ von Dühring in seiner kleinen physikalisch-chemischen Schrift „Neue Grundgesetze der Physik und Chemie“ auf Seite 52—55 berechnet, während der Werth für das Molecülvolumen von C O mit Hülfe derselben Formel von mir aus den Beobachtungsthatsachen von Natterer über die Kompression dieses Gases berechnet und aus dem gefundenen Werthe und demjenigen von O, indem ich den letzteren vom ersteren abzog, derjenige von C abgeleitet worden. Auf demselben Wege — und dies halte ich für besonders wichtig — sind aus dem bekannten Molecülvolumen irgend einer Verbindung wiederum die Volumina der Elementaratome und umgekehrt bestimmbar, sodass sich die Beobachtungen und Rechnungen vielfach kontroliren.

Schon vermittelst dieser wenigen Daten ist man im Stande, die Mehrzahl der Molecülvolumina organischer Verbindungen nach der der Kopp'schen nachgebildeten Formel $m\,a + n\,b + r\,c + \dots$ exakt zu berechnen, worin a, b, c .... die Molecülvolumina der in den Verbindungen enthaltenen Radicale resp. Elemente bezeichnen und m, n, r .... die Anzahl derselben. Die strenge Gültigkeit dieser Formel hängt ausser von der Lehre Avogadro's und dem verbesserten Gesetz Boyle's noch von der Voraussetzung ab, dass erstlich das Atomvolumen, d. h. das Volumen, welches das chemisch denkbar kleinste Theilchen einnimmt, immer denselben Raum erfüllt, mit welchen Stoffen es auch zu Verbindungen zusammentritt, und dass zweitens, was eng damit zusammenhängt, die Gestalt desselben gleichfalls unveränderlich sei. Als ein recht deutliches Erläuterungsbeispiel hierfür kann ich den Kohlenstoff anführen. Mag der Kohlenstoff krystallförmig, also diamant- oder graphitartig oder amorph sein, das Volumen des Kohlenstoffatoms muss in diesen allotropischen Zuständen das gleiche sein, ebenso wie auch die Figur oder äussere Gestalt des Atoms. Dasselbe gilt von dem in Verbindungen eingetretenen Kohlenstoff.

Hingegen können die chemischen wie physikalischen Molekeln des Kohlenstoffs aus der gleichen Atomzahl je nach der Lagerung der zu Molekeln vereinigten Atome auch verschiedene Räume einnehmen und verschiedene

Gestalt besitzen. Hieraus muss man z. B. schliessen, dass die verschiedene Raumerfüllung derselben Gewichtsmenge Kohlenstoff einerseits im Diamant- und Graphitzustande, andererseits im unkrystallinischen Zustande von der Verschiedenheit der Molekeln abhängt, welche aus denselben Uratomen sich freilich gebildet, dieselben aber gemäss der chemischen Affinität in von einander abweichender Ordnung gelagert enthalten. Es ergiebt sich daraus die Folgerung als nothwendig, dass man durch Abänderung der Lagerungsweise der Atome den Kohlenstoff aus dem einen Dichtigkeitszustand in den andern muss überführen können. Genügende Anhaltspunkte glaube ich auch für die praktisch mögliche Ueberführung des gewöhnlichen und graphitförmigen Kohlenstoffs in die Diamantform namentlich in den bisherigen Abhandlungen über Entstehung der natürlichen Diamanten und deren künstliche Darstellung gefunden zu haben. (Cfr. Wiecks Gwz. 1877, p. 31.)

Selbstständige praktische Versuche zur Bestätigung der aufgestellten theoretischen Betrachtungen kann ich in Bezug auf die festen Stoffe erst später anstellen, muss daher jetzt auf ein näheres Eingehen darauf verzichten, so interessant auch dieser Gegenstand für mich ist. Nach den soeben voraufgeschickten Erläuterungen kann ich nunmehr zur wirklichen Bestimmung der Molecülvolumina zurückkommen und, um die Brauchbarkeit der benutzten Methode zu zeigen, eine Tabelle der Molecülvolumina der bekanntesten gasförmigen und flüssigen Verbindungen folgen lassen.

Tabelle No. I.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
H	1	6,97716			
O	1,2308	8,58729			
N	1,7021	11,87582			
C	0,7086	4,94402			
F	1,7156	11,97			
S	2,2502	15,7			
Cl	3,0098	21			
Br	3,5301	24,63			
J	3,6691	25,6			
B	0,5876	4,1			
Si	1,6032	11,2			
As	1,8919	13,2			
Zn	1,3043	9,1			
P	1,9349	13,5			
CH_4O	5,9394	41,4399	0,772	0,814	– 0,042
C_2H_6O	8,6480	60,3383	0,762		
CH_3Cl	6,7184	46,8755	1,064		
CH_3J	7,3777	51,4755	2,530	2,2	+ 0,33
CH_3CN	6,1193	42,6953	0,960		
$\left.\begin{array}{l}2\,CH_3\\ SO_2\end{array}\right\}O_2$	14,5208	101,7002	1,239	1,320	– 0,081

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
$CHCl_3$	10,7380	74,9212	1,59	1,525	+ 0,065
H_2CO_2	5,1702	36,0729	1,2742	1,23	+ 0,0442
C_2H_6O	8,6480	60,3383	0,762	0,815	— 0,053
$C_4H_{10}O$	14,0652	98,1349	0,754	0,736	+ 0,018
C_4H_{10}	12,8344	89,5477	0,647		
$Zn(C_2H_5)_2$	14,1387	98,6477	1,246	1,18	+ 0,066
$B(C_2H_5)_3$	19,8392	138,4216	0,636	0,696	— 0,060
$Si(C_2H_5)_4$	27,272	190,2954	0,757		
C_2H_5Cl	9,427	64,7738	0,9893	0,917	+ 0,0723
C_2H_5J	10,0863	70,3738	2,1184	1,940	+ 0,1784
C_2H_5CN	8,8279	61,5937	0,8977	0,787	+ 0,1107
C_2H_5CNS	11,0781	77,1936	1,126	1,033	+ 0,093
$C_2H_5NO_3$	11,8117	82,4105	1,1042	1,132	— 0,0278
$(C_2H_5)_2CO_3$	16,4010	120,2536	0,9809	0,975	+ 0,0059
$(C_2H_5)_2SiO_3$	18,13	126,5059	1,059	0,983	+ 0,076
$(C_2H_5)_3BO_3$	23,5316	164,1834	0,839	0,885	+ 0,004
$(C_2H_5)HS$	9,6674	67,451	0,92	0,83	+ 0,09
$(C_2H_5)_2S$	15,0846	105,1477	0,855	0,825	+ 0,03
$C_2H_4O_2$	7,8788	54,9713	1,0909	1,063	+ 0,0279
$(C_2H_3O)_2O$	12,5268	87,4009	1,165	1,073	+ 0,092
$\left.\begin{matrix}CH_3\\C_2H_3O\end{matrix}\right\}O$	10,5874	73,8696	1,013	0,919	+ 0,094
$OH(C_2HCl_2O)$	11,8984	73,0169	1,763	1,52	+ 0,243
C_2H_4O	6,6476	46,384	0,9487	0,800	+ 0,1487
C_2HCl_3O	9,6676	88,4525	1,6623	1,5	+ 0,1623
$C_6H_{14}O_2$	20,7132	144,5169	0,8165	0,7993	+ 0,0172
C_3H_6O	9,3566	65,4823	0,885	0,814	+ 0,071
C_3H_8O	11,3566	79,2366	0,757	0,8	— 0,043
$C_3H_6O_2$	10,5874	73,8696	1,013	1	+ 0,013
$C_4H_{10}O$	14,0652	98,1350	0,754	0,8	— 0,046
C_8H_{18}	23,6688	165,141	0,6903	0,69	+ 0,0003
$C_4H_8O_2$	13,296	92,7679	0,948	0,96	— 0,012
$C_6H_{12}O$	17,4824	121,9773	0,8197	0,900	— 0,0803
$C_5H_{12}O$	16,7738	117,0333	0,752	0,818	— 0,066
$C_5H_{10}O_2$	16,0046	111,6663	0,9131	0,95	— 0,0369
$C_7H_{14}O_2$	21,4218	149,4629	0,8682	0,827	+ 0,0412
$C_2H_4Cl_2$	11,4368	79,7967	1,238	1,27	— 0,032
$(C_2H_5)_2C_2O_4$	19,1748	133,7849	1,0911	1,082	+ 0,0091
$C_2H_6O_2$	7,9394	55,3943	1,191	1,125	+ 0,066
$H_2O_2C_3H_6$	10,2937	71,8206	1,0585	1,051	+ 0,0075
$H_2O_2(C_3H_4O)$	10,1399	70,7472	1,273	1,215	+ 0,058
$C_3H_8O_3$	10,9091	76,1142	1,21	1,28	— 0,07
C_3H_5	7,1258	49,7179	0,824	0,68	+ 0,144
C_3H_5J	10,7949	75,3179	2,23	1,79	+ 0,44
C_3H_5NCS	11,7867	92,1377	1,138	1,01	+ 0,128
$C_6H_{12}O_6$	23,6364	164,9138	1,0909	1	+ 0, ...
C_6H_6	10,2516	71,5271	1,0904	0,9	+ 0,1904
$C_6H_5(NO_7)$	13,4153	93,6003	1,31	1,2	+ 0,11

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
$C_6 H_6 O$	11,4824	80,1144	1,173	1,066	+ 0,107
$C_7 H_8$	12,9602	90,4254	1,01	1,88	+ 0,13
$C_7 H_6 O$	12,1910	85,0584	1,246	1,063	+ 0,183
$C_7 H_6 O_2$	13,4218	93,6457	1,302	1,173	+ 0,129
$C_8 H_8 O_3$	17,3612	121,1313	1,254	1,2	+ 0,054
$C_9 H_{12}$	18,3774	128,2221	0,936	0,87	+ 0,066
$C_{10} H_{14}$	21,0860	147,1204	0,9108		
$C_{10} H_8$	15,086	104,2575	1,227		
$C_{10} H_{16}$	23,086	159,0748	0,855	0,890	– 0,035
$C_{10} H_{16} O$	24,3168	167,6621	0,9602	0,985	– 0,0248
$C_2 H_7 N$	10,1193	70,4040	0,6391	0,696	– 0,0569
$C_6 H_7 N$	12,9537	90,1801	1,0312	1,026	+ 0,0052
$C_8 H_{15} N$	22,3709	155,6854	0,997	0,89	+ 0,107
$C_{10} H_{14} N_2$	24,4902	170,4721	0,9503	1,05	– 0,0997
$Si H J_3$	13,6105	94,98	4,195	3,362	+ 0,833
$Si Br_4$	15,7236	85,09	3,171	2,813	+ 0,358
$Si Cl_6$	21,2652	148,4	1,809	1,58	+ 0,229
$Si Cl_4$	13,6424	95,2	1,7086	1,522	+ 0,1866
$B Br_3$	11,1779	77,99	3,2077	2,69	+ 0,5177
$B Cl_3$	9,6170	67,1	1,745	1,35	+ 0,395
$As_2 S_2$	8,2842	57,6	3,71	3,6	+ 0,11
$As_2 O_5$	9,9378	69,35	3,31	3,734	– 0,424
$As F_3$	7,0387	48,81	2,702	2,73	– 0,028
$As J_3$	12,8992	90	5,05	4,39	+ 0,66
$As Br_3$	12,4822	87,09	3,607	3,66	– 0,053
$As Cl_3$	10,9213	76,2	2,3753	2,205	+ 0,1703
$P S Cl_3$	13,2145	92	1,83	1,16816	+ 0,66184
$P O Br Cl_2$	12,7154	88,72	2,221	2,059	+ 0,162
$P O Br_3$	13,756	95,98	2,981	2,822	+ 0,159
$P O_3 Cl_4$	19,6014	136,77	1,791	1,78	+ 0,011
$P O Cl_3$	12,2051	85,09	1,8	1,7118	+ 0,0882
$P Br_3$	12,5252	87,39	3,091	2,925	+ 0,166
$P Cl_3$	10,9643	76,5	1,79	1,62	+ 0,17
$N O_2$	4,1637	29,05	1,5862		
$N_2 O_3$	7,0966	49,51	1,5353	1,451	+ 0,0843
$N_2 O$	4,635	32,307	4,361	0,9369	+ 0,4241
$N Cl_3$	10,7315	74,87	1,6015	1,653	– 0,0515
$H_2 S O_4$	9,1734	63,4	2,11	1,854	+ 0,256
$S O_3$	5,9426	41,37	1,933	1,97	– 0,037
$S O_2$	4,7118	32,77	1,95	1,4911	+ 0,4589
$S Cl_4$	14,2894	99,6	1,74		
$S Cl_2$	8,2698	57,6	1,783	1,620	+ 0,163
$S_2 Cl_2$	10,52	73,2	1,8399	1,7055	+ 0,1344
$H_2 S_3$	11,7506	60,75	1,6121	1,769	– 0,1569
$H_2 S_2$	6,5004	45,15	1,48	1,769	– 0,289
$H_2 S_7$	17,7514	123,15	1,83	1,769	+ 0,061
$H_2 S$	4,2502	29,55	1,15	0,9	+ 0,25
$H Cl O_4$	8,733	62,33	1,61	1,782	– 0,172
$J_2 O_5$	13,4922	72,22	4,6	4,487	+ 0,113

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Cl_2O_3	9,712	59,2	2,0371	1,33	+ 0,7071
HF	2,7156	18,85	1,061	1,061	+ 0,000
HJ	4,6691	32,55	3,9179		
HBr	4,5301	31,61	2,5546		
HCl	4,0098	27,977	1,3	1,27	+ 0,03
H_2O_2	3,2308	22,5416	1,5511	1,452	+ 0,0991
H_2O	2,6154	18,2479	0,986	1	– 0,014
CH_3Br	7,2387	50,66	1,871	1,664	+ 0,207
CH_2J_2	10,0468	70,0983	3,815	3,342	+ 0,473
CH_2Cl_2	8,7282	60,8983	1,39	1,344	+ 0,046

In der vorstehenden Tabelle enthält die Kolumne I die chemischen Formeln der Substanzen, für welche das Molecülvolumen berechnet ist, die Kolumne II die Werthe dieser Volumina, bezogen auf H als Maasseinheit, die Kolumne III dieselben, bezogen auf Wasser als Maasseinheit. In der Kolumne IV finden sich die aus dem theoretisch gefundenen Molecülvolumen abgeleiteten spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten, in der Kolumne V die durch Beobachtung für dieselben bestimmten spezifischen Gewichte, während die Kolumne VI jedesmal die Differenz zwischen den Werthen unter IV und V angiebt. Die Zahlenreihe III ist entstanden aus der Reihe II durch Multiplikation mit 6,97716, dem Werthe des Molecülvolumens H, wenn man das Molecülvolumen des Wassers zur Maasseinheit wählt. Warum die Reihe II gerade mit 6,97716 zu multipliziren ist, lässt sich deutlich erkennen, wenn man auf die Beziehung zwischen Dichtigkeit, Molecülvolumen und Moleculargewicht Rücksicht nimmt. Das Molecülvolumen ist nämlich gleich dem Quotienten aus dem Moleculargewicht und der Dichtigkeit, oder dem spezifischen Gewicht der Substanzen im absoluten Dichtigkeitszustande. Die Formel hierfür lautet: $V = \frac{G}{d}$. Bezieht man nun das spezifische Gewicht auf Wasserstoff im absoluten Dichtigkeitszustande, so erhält man die Zahlen in der Kolumne II; bezieht man hingegen das spezifische Gewicht auf Wasser, so erhält man die Zahlen der Kolumne III. Nun ist ein Raumtheil Wasser 6,97716 mal schwerer als derselbe Raumtheil Wasserstoff im absoluten Dichtigkeitszustande, denn wenn man bei der Kompression des Wasserstoffs einen Kubikmeter Gas benutzt, so findet man das Volumen der materiellen Theilchen $= \frac{1}{1600}$ Kubikmeter und diese wiegen genau ebensoviel, als ein Kubikmeter Gas, also 89,578 gr., oder 1 Kubikmeter H im Zustande absoluter Dichtigkeit 1600 . 89,578 gr. Es wiegt 1 Kubikmeter Wasser 1000 Kilogramm, folglich ist das spezifische Gewicht des flüssigen H in Bezug auf Wasser $= \frac{1600 \cdot 89,578}{1000000} = 0,1433248$, also V (H) = 6,97716. Hieraus folgt, dass, wenn man Wasser als Einheit wählt, die Werthe der Kolumne II mit 6,97716 multiplizirt werden müssen.

(Schluss folgt.)

Die untere Ausführungsgrenze der lenkbaren Luftballons.

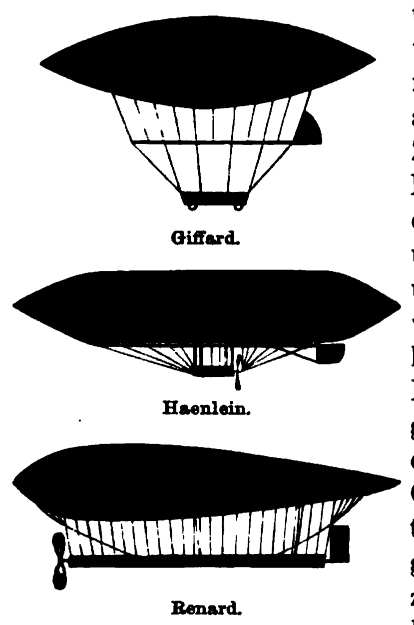
Von **J. E. Broszus.**

Es ist sehr nützlich, ja sogar nothwendig, vor dem Beginn einer neuen Praxis über die Ausdehnung derselben einen Ueberblick zu gewinnen. Wir wollen nicht einen Plan entwerfen, nach welchem der Erfolg anzustreben sei, sondern wir wollen die Kopfstation für das Geleise suchen, auf welchem die Praxis der Herstellung lenkbarer Luftballons ihrer Weiterentwickelung entgegeneilt. Dieser Entwickelungsgang ist ein Herauskristallisiren aus sich selbst, dem als Kern nur einige physikalische Grundbedingungen in Bezug auf die Tragfähigkeit der Gase dienen. Alles Uebrige geht aus Versuchen hervor und ist grösstentheils noch abhängig von der praktischen Anschauung des Konstrukteurs. Die Ausführung eines lenkbaren Luftballons ist darum vorläufig doppelt erschwert, einmal, weil man genöthigt ist, viele Abmessungen, so zu sagen, aus der Luft zu greifen und zweitens, weil bei einem Ballon von bestimmter Grösse gleichzeitig das aufzuwendende Gesammtgewicht auch schon genau bestimmt ist und eine sehr zweckmässige wie vorsichtige Gewichtsvertheilung auf die einzelnen Gegenstände erfordert. Diese Behandlung nimmt jeder lenkbare Luftballon neuer Konstruktion für sich in Anspruch. Viele Einzelheiten sind auf dem Papier fast garnicht zu lösen, zumal wo es sich um Ermittelung von Eigenschaften handelt; hier kann nur der praktische Versuch als Antwort dienen. Es ist daher ein nicht zu unterschätzender Vortheil, wenn wir bei Aufstellung eines neuen Luftballonprojekts, durch Anlehnung an bestehende oder gewesene Ausführungen, uns eine Erleichterung in der Arbeit verschaffen können. Der „erste“ lenkbare Luftballon wurde von seinem Erbauer allerdings auch erst berechnet und bei jedem nachfolgenden Luftballon ist ja dasselbe geschehen, mithin müssten wir das Gleiche thun, aber auf Grund der Erfahrungen unserer Vorgänger können wir den gesetzmässigen Aufbau im Allgemeinen ermitteln, wodurch wir eine urtheilsfähige Uebersicht erlangen und theilweise Rechnereien ersparen.

Bisher sind erst drei verschiedene lenkbare Luftballons gebaut und zwar von Giffard, Haenlein und Renard, welche aber auch schon ausreichen, den innern Zusammenhang der Konstruktionsverhältnisse erkennen zu lassen. Es ist selbstverständlich, dass wir zu den lenkbaren Luftballons nur diejenigen zählen, deren Lenk- oder Treibvorrichtung mit Hülfe einer beliebigen Kraftmaschine in Bewegung gesetzt wurde und alle mit Menschenkraft betriebenen Ballons ausser Betracht lassen, unter diesen gehört auch der lenkbare Luftballon von Dupuis de Lôme. Wenngleich dieser letzte lenkbare Luftballon mit seinen Erfolgen den andern würdig zur Seite steht, so wird er wohl kaum noch Nachahmung finden und kann in der Geschichte der Luftschifffahrt nur als ein Grenzfall für die menschliche Betriebskraft angesehen werden.

Der erste lenkbare Luftballon wurde von Giffard im Jahre 1852, mithin vor 33 Jahren, erbaut und unterscheidet sich nicht viel von seinen Nachfolgern. Das Prinzip im Allgemeinen ist schon von Giffard richtig

erkannt worden und verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass derselbe den Betrieb mittelst einer Dampfmaschine ausführte, trotzdem damals die Dampfmaschinentechnik für die Zwecke der Luftschifffahrt noch nicht vorbereitet war. Wir dürfen allerdings nicht vergessen, dass zu jener Zeit die rege Nachfrage nach den sogenannten Kleinmotoren noch nicht vorhanden war, diese entwickelte sich erst in späterer Zeit und hatte zur Folge, dass die Gas-, Petroleum- und Heissluftmotoren etc. erfunden wurden, welche wiederum von den Elektromotoren hart bedrängt werden. Wie bekannt, sind Haenlein und Renard ihrer Zeitströmung gefolgt, jener setzte eine Gasmaschine in die Gondel, dieser einen Elektromotor. Giffard hätte wahrscheinlich auch den Elektromotor später gewählt, da er auf diesen grosse Hoffnungen setzte und sich inzwischen auch nicht weiter mit dem Bau lenkbarer Ballons befasste.



Giffard hatte seinen lenkbaren Ballon*) folgendermaassen konstruirt. Der Ballonkörper besass die sogenannte Spindelform (siehe Figur, dieselbe ist nach den Angaben zusammengestellt) von 44 Meter Länge und 12 Meter grösstem Durchmesser. Der Gasinhalt betrug 2500 Kubikmeter. Die Tragfähigkeit war bei der Füllung des Ballons mit Leuchtgas = 1800 Kilogr. und für Wasserstoffgas berechnete sich dieselbe zu 2800 Kilogr. Das übergeworfene Netz trug an Seilen, tief unter dem Ballon, eine horizontale Stange von 20 Meter Länge, welche als starre Axe des Ballons diente. Weitere 6 Meter unterhalb dieser Stange hing die Gondel, welche mit Laufrädern versehen war. Die Schraube nebst Motor waren in der Gondel plazirt, während das Steuerruder oberhalb der Stange an deren hinterm Ende sich befand. Unsere Frage dreht sich nun um die Gewichtsvertheilung und diese war folgende:

Ballon mit Ventil	=	320	Kilogr.
Netz	=	150	„
Horizontaler Balken, Steuer	=	300	„
Kessel (leer) und Maschine	=	150	„
Wasser und Kohlen in der Maschine bei der Abfahrt	=	60	„
Transport	=	980	Kilogr.

*) Einen zweiten Versuch Giffard's aus dem Jahre 1855 müssen wir hier ausser Betracht lassen, weil uns die genauen Angaben fehlen.

Transport	=	980 Kilogr.
Gestell nebst Zubehör	=	420 „
Schleppseil	=	80 „
Gewicht des Führers	=	70 „
Steigkraft bei der Abfahrt	=	10 „
Summa	=	1560 Kilogr.
Kohle und Wasser	=	240 „
Gesammtsumme	=	1800 Kilogr.

Der Ballon von Haenlein hatte nahezu cylindrische Gestalt mit zugespitzten Enden (siehe Figur) und eine Länge von 50,4 Meter bei 9,2 Meter grösstem Durchmesser. Der Füllinhalt des Ballons betrug gemessene 2408 Kubikmeter und war die Tragfähigkeit am Versuchsort für Leuchtgas zu 1721 Kilogr. gefunden; für Wasserstofffüllung berechnete Haenlein die Tragfähigkeit zu 2629 Kilogr.

Der Ballonkörper war auf der Unterseite durch einen eng anliegenden Rahmen versteift und hing, nicht allzutief unter demselben, an Streben und Seilen die Gondel. Das Steuerruder befand sich am hinteren Ende des Rahmens. Im Innern des Ballons befand sich noch eine Luftblase (Ballonet) zur Aufrechterhaltung der Gasspannung.

Die Gewichtsvertheilung war folgende:

Ballonhülle	=	350 Kilogr.
Netz mit Schnüren	=	146 „
Rahmwerk, Querträger, Puffer, Ruder etc. . .	=	249 „
Gasmaschine	=	233 „
2 Kühler	=	110 „
Batterie mit Inductor	=	40 „
Gondel	=	124 „
Luftschraube	=	79 „
An Wasser	=	75 „
Summa	=	1406 Kilogr.
Verbleibende Tragfähigkeit	=	315 „
Gesammtsumme	=	1721 Kilogr.

Der Ballon von Renard hat abweichend von seinen Vorgängern eine sogenannte Tropfenform (siehe Figur) von 50 Meter Länge und 8,4 Meter grösstem Durchmesser. Die Gondel übernimmt hier allein die Absteifung des Ballons und hat eine Länge von 33 Meter, während sie mit ihrer Sohle etwa 6 Meter tief unter dem Ballon liegt. Die Schraube befindet sich am vordern Ende und das Steuerruder am hintern Ende der Gondel; der Ballon enthält ebenfalls eine Luftblase. Der Inhalt des Ballons beträgt 1864 Kubikmeter und ist die Tragfähigkeit bei Wasserstofffüllung von Renard mit 2000 Kilogr. angegeben.

Die Gewichtsvertheilung ist folgende:

Ballon mit Ballonet	=	369	Kilogr.
Netzhemde	=	127	„
Gondel complet	=	452	„
Steuer	=	46	„
Schraube	=	41	„
Maschine	=	98	„
Räderwerk etc.	=	47	„
Welle	=	30,5	„
Batterie, Apparate, Instrumente . .	=	435,5	„
Aëronauten	=	140	„
Ballast	=	214	„
Gesammtsumme	=	2000	Kilogr.

Diese drei lenkbaren Luftballons lassen zunächst erkennen, dass sie, jeder für sich, den „kleinsten“ Ballon seines ureigenen Systems bilden. Bei allen gilt die Forderung, den Ballon lenkbar zu machen, mit Hülfe einer maschinellen Vorrichtung, unter Wahrung der leichtesten Ausführung und Nuraufnahme des Führerpersonals.

Ehe wir zum Vergleich der drei Ausführungen übergehen, wollen wir zuvor noch die einzelnen Gewichtseinheiten in gleichnamige Gewichtsgruppen zusammenfassen, welche die „todte Last“ von der „Nutzlast“ unterscheiden.

Zur „todten Last“ gehören:

1. Der Ballon mit Netz oder Ballonhemde, Schnüren, Seilen, Ballonet, Absteifungstheilen der Spitzen, Ventilen und dergl.

2. Die Gondel nebst allen zugehörigen Theilen, als Rahmen, Streben, Stützen u. s. w., die den Zweck der Gondel vervollständigen. Auch den Treibapparat wollen wir hinzufügen, weil seine Ausdehnung bisweilen von der Grösse der Gondel abhängig ist und diese ihm auch als Fundament dient. Ferner ist das Gewicht des Treibapparates prinzipiell kein grosses, so dass es als besondere Gruppe betrachtet einen verschwindend kleinen Werth besitzt. Bringt man aber den Treibapparat am Ballon an, so kann das Verhältniss unbeschadet dasselbe bleiben. Die Steuerungsvorrichtung gehört demzufolge auch in diese Gruppe.

3. Die **Maschine** als complettes Ganzes einschliesslich der Kraftübertragungstheile bis zum Treibapparat. Bei Dampfmaschinen gleichzeitig mit wassergefülltem Kessel nebst Brennstoffvorrath und Nachdampfwasser. Bei Elektromotoren gleichzeitig mit Batterie und Apparaten. Bei Gasmaschinen gleichzeitig mit Batterie nebst Kühlapparaten und dergl. Als Maassstab behalten wir vorläufig die wirklichen Ausführungen im Auge, insofern als die Dauer der Fahrzeit in Frage steht.

Die „Nutzlast“ nimmt nun die übrigbleibende Tragkraft für sich in Anspruch und man hat ihrer Grösse nach die entsprechende Gewichts-

verschiebung zwischen Besatzung, Passagiere, Lebensmittel, Apparate oder sonstige mitzuführende Dinge in Ausführung zu bringen.

Die Gewichte der drei Beispiele in Gruppen geordnet sind folgende:

Gruppen		Giffard	Haenlein	Renard
Ballon etc.	= Kilogr.	470	496	496
Gondel etc.	= „	720	452	539
Maschine etc.	= „	450	383	611
Nutzlast	= „	160	390	354
	Kilogr.	1800	1721	2000

Um diese Ziffergruppen dem Auge übersichtlicher zu gestalten, berechnen wir sie auf Prozente der Tragfähigkeit und erhalten folgende Tabelle:

Gruppen	Giffard	Haenlein	Renard
Ballon etc.	0,26	0,29	0,25
Gondel etc.	0,40	0,26	0,27
Maschine etc.	0,25	0,22	0,31
Nutzlast	0,09	0,23	0,17
	1,00	1,00	1,00

Diese Tabelle lehrt nun zunächst, dass bei aller Sorgfalt in der Ausführung, in den vorliegenden Fällen die Ballonhülle ein Gewicht von $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Gesammtgewichtes für sich beansprucht. Die Gondel ist in den drei Beispielen ganz verschieden, was man auch an den Gewichtsverhältnissen sogleich erkennt. Bei Giffards Ballon beträgt ihr Gewicht 0,40 Prozent des Gesammtgewichts und zwar nur wegen der Zugabe des horizontalen Balkens, fällt dieser weg, so würde die Nutzlast um nahezu sein Gewicht anwachsen, d. h. sie würde nicht mehr 0,09 Prozent betragen, sondern beinahe 0,26 Prozent und die Gondel geht auf 0,23 Prozent zurück. Dieser Ausgleich würde Giffard's Ballon demjenigen Haenleins zur Seite stellen und es sind auch keine triftigen Gründe vorhanden, bei der verhältnissmässig langen, tief hängenden Gondel, noch eine zweite Absteifungsaxe, in Gestalt des horizontalen Balkens, anzubringen. Auch die Insassen der Gondel bedroht der über ihren Häuptern schwebende Balken beim Landen in nicht geringer Weise. Die Dampfmaschine complet nimmt den sehr bescheidenen Antheil von 0,25 Prozent für sich in Anspruch. Es ist dies keine zu unterschätzende Empfehlung für die Anwendung der Dampfmaschine, zumal diese an Ausdauer im Betrieb, Zuverlässigkeit im Gange und Einfachheit in der Behandlung, alle ihre Koncurrenten übertrifft. Die Nutzlast von 0,09 Prozent, welche hier nur das Gewicht des Führers und das des Schleppseiles umfasst, ist an sich sehr niedrig, hätte aber selbst beim vorliegenden Beispiel um ein Bedeutendes vermehrt werden

können, ohne auffallende Gewichtsvermehrung. Wie gesagt, die Grösse der Nutzlast ist bei den vorliegenden Ballons als kleinstes Maass anzusehen, dem gegenüber wir die übrigen Gewichtsverhältnisse ermitteln wollen.

Bei Haenleins Versuch nimmt der Ballon mit Zubehör 0,29 Prozent des Gesammtgewichts für sich in Anspruch und zwar deshalb, weil hier eine Luftblase im Ballon eingelegt war. Der Antheil der Gondel mit 0,26 Prozent ist recht hoch zu nennen und entsteht dadurch, dass der Ballon mit einem Rahmen ausgestattet ist, während die Gondel noch besondere Stützen trägt. Die eigentliche Gondel würde hier ebenso wenig wiegen als diejenige an Giffards Ballon. Haenleins Gasmaschine fällt mit 0,22 Prozent deshalb so sehr ins Gewicht, weil die zugehörigen Kühlvorrichtungen recht schwer sind. Die Gasmaschine allein berechnet sich mit 0,16 Prozent, obgleich sie im vorliegenden Falle specifisch schwerer ist, als eine Hochdruckdampfmaschine von gleicher Wirkung. Giffards 3pferdige Dampfmaschine nebst Kessel wogen leer nur 150 Kilogr., während Haenleins 3,4pferdige Gasmaschine (mit vier Cylindern) allein 233 Kilogr. wog, wozu als untrennbares Glied noch die 40 Kilogr. schwere Batterie mit Inductor gehört. Es ist unzweifelhaft, dass dieselbe Gasmaschine, heute ausgeführt, bedeutend leichter ausfallen würde und an Stelle der Wasserkühlung liesse sich jedenfalls eine Luftkühlung einrichten, aber durch den fortdauernden Verbrauch an tragendem Ballongas zum Betrieb der Gasmaschine muss in Gemeinschaft mit der unvermeidlichen Diffusion des Ballongases ein sehr schnell zunehmender Verlust an Tragfähigkeit des Ballons eintreten und die Leichtigkeit des Motors, dem Gesammtgewicht gegenüber, bald schwinden machen. Die Idee, vielleicht comprimirtes Gas in geschlossenen Behältern zum Betrieb der Maschine mitzuführen, ist zwar ausführbar, aber als vortheilhaft nicht zu bezeichen, der Betrieb bleibt immer ein beschränkter, und in einem eventuell zwingenden Fall wird man besser thun, das Gas dem Ballon zu entnehmen. Ueber die Nutzlast ist besonderes nicht zu erwähnen, sie nimmt die Aehnlichkeit des vorigen Falles an.

Bei Renard's Luftballon treffen wir im Allgemeinen dieselben Verhältnisse an wie beim Vorigen, d. h. wenn wir die Gewichtsvertheilung wie bisher nur als Grundlage des im Bilde dargestellten ureigenen Systems betrachten. Es ist nämlich hier zu betonen, dass der Ballon, seinem Füllinhalt nach, kleiner ist als seine Vorgänger und dennoch eine grössere Tragfähigkeit besitzt. Folgende Tafel zeigt die Unterschiede deutlich.

Benennung	Giffard (Leuchtgas)	Haenlein (Leuchtgas)	Renard (Wasserstoffgas)
Füllinhalt in Kubikmeter	2500	2408	1864
Tragfähigkeit in Kilogramm	1800	1721	2000

Abgesehen von der Gewichtsverschiebung innerhalb der Tragfähigkeitsziffer, zeigen die beiden Ballons von Giffard und Haenlein eine grosse Aehnlichkeit miteinander. Das Fehlende am Füllinhalt sowie der Tragfähigkeit bei Haenleins Ballon, macht aber so wenig aus, dass wir die beiden empirischen Grössen denen unter Giffard gleich setzen können. Wenn bei Renard's kleinerm Ballon mit grösserer Tragfähigkeit die weniger Fläche betragende Ballonhülle dennoch 0,25 Prozent des Gesammtgewichts für sich beansprucht, so lässt sich dies dadurch erklären, dass die Absteifung der Ballonspitzen und die Luftblase die Gewichtsvermehrung hervorrufen, diese bleibt aber dem Renard'schen Ballonsystem eigen.

Merkwürdig ist ferner, dass die lange Gondel mit 0,27 pCt. sich ebenfalls den beiden anderen Ballontypen anschliesst und auch ihr absolutes Gewicht von 539 Kilogramm ist keineswegs zu hoch. Giffards Gondel wog 720 Kilogramm, worin allerdings die 20 Meter lange Stange im Gewicht von ca. 300 Kilogr. mit eingeschlossen ist. Die Stange war jedenfalls kein Bambusrohr, während Renards Gondel aus vier Bambusrohren von je 33 Meter runde Länge besteht nebst zugehöriger Zwischenverbindung. Diese Gondel ist immerhin eine technische Sehenswürdigkeit und zur Anwendung sehr zu empfehlen. Bei Haenlein haben wir das absolute Gewicht der Gondel auch mit 452 Kilogramm.

Wir ersehen hieraus, dass alle drei Konstrukteure die nahezu gleichen Gewichte für die Gondel aufgewendet haben und es fragt sich nur, welche dieser Gondeln als die ihrem Zweck am meisten entsprechende zu bezeichnen ist. Treten wir inzwischen dieser Frage näher. Der Zweck der Gondel ist:

1. Die Aufnahme der Luftschiffer und des Motors, weil dieser nicht ohne Aufsicht gelassen werden darf. Die starre Gondel mit dem in ihr unverschiebbar aufgestellten Motor geben Veranlassung, den Treibapparat aus rein konstruktiver Bequemlichkeit ebenfalls an der Gondel anzubringen. Dass der Treibapparat eigentlich an den Ballonkörper selbst hingehört, ist ja ein oft erörterter Gedanke, die Ausführung desselben findet aber viele technische Schwierigkeiten, welche nur angenähert zu überwinden sind. Die Gondel braucht nicht gross zu sein.

2. Die Absteifung des Ballons. Die schwere Gondel strebt, sich vom Ballon abwärts zu entfernen, der Ballon will vermöge seines Auftriebes steigen. Hängt man nun die Gondel beispielsweise mit einigen über die Mitte des Ballons übergeworfenen Gurten am Ballon an, so würde der letztere zwar die Gondel tragen, ohne dass tiefe Einfaltungen entstehen, wie kleinere Ausführungen bewiesen haben, aber der Ballonkörper bleibt bei 50 Meter Länge in Folge der Gasspannung nicht mehr anscheinend gerade und horizontal, sondern die Enden zeigen wegen ihrer grossen freien Länge eine bedenkliche Neigung nach aufwärts. Um diesem Uebel vorzubeugen und gleichzeitig eine Vertheilung der Last auf eine grössere Ballonlänge zu erreichen, wendet man das Netz oder auch das Ballonhemd an. Die Gondel muss daher recht tief

unter dem Ballon hängen, wenn die Hängeseile, welche vom Netzrand nach der Gondel führen, nicht eine zu schräge Lage haben sollen. Bei Giffards Ballon haben wir dies einmal und bei Renards Ballon wiederholt sich dasselbe, jedoch in anderer Weise, nur bei Haenleins Ballon führen die Hängeseile von den Enden unter ganz flachem Winkel herab; zweckmässig ist das letztere nicht, weil das vordere Ballonende während der Fahrt keine zwangläufige Stellung innehält, und ein stetiges Pendeln in der Vertikalebene befürchten lässt.

Die konstruktiv begründete Forderung, betreffend die zwangsmässige Absteifung der Ballonenden, führte zunächst dahin, am Ballon einen starren Kiel anzubringen und dann an diesem die Gondel anzuhängen. Giffards Ballon trägt deshalb die 20 Meter lange Stange, auf deren Länge die Hängeseile in gewissen Abständen von einander entfernt angreifen; von dieser Stange herab führen weitere Seile, welche die Gondel tragen. Die Gondel hängt nun sehr tief unter dem Ballon und würden die sämmtlichen Hängeseile in ihrer Verlängerung alle die Gondel treffen. Es wäre daher die lange Stange, als eingeschobenes Hülfsmittel zur Absteifung des Ballons, durchaus nicht so nothwendig, man braucht nur die Gondel um so viel mehr zu belasten, so würde sie durch ihr Gewicht die nöthige Stabilität herstellen. Giffard scheint aber von dem Gedanken geleitet worden zu sein, dass die allzu tiefe Aufhängung der schweren Gondel für die Horizontalhaltung des ganzen schwebenden Systems nicht ausreicht und hat darum die ca. 300 Kilogramm schwere Stange eingefügt.*) Eine nähere Aufhängung der Gondel am Ballon hielt Giffard wegen der Feuergefährlichkeit nicht für geboten.

Das Prinzip der Ballonabsteifung finden wir bei Haenleins Ballon in einer anderen Form wiederholt, hier wird die Stange durch einen Rahmen ersetzt, der dicht an der Unterseite des Ballonkörpers angebracht ist und zur Befestigung der Hängeseile dient. In Verfolg dieses Vortheils liess sich hier die Gondel sehr nahe unter dem Ballon anbringen; es bleibt jedoch die Frage offen, ob die vorhin berührte Befürchtung der unruhigen Fahrt diesem Ballontypus nicht in höherem Grade eigen ist.

Die beiden Ballons von Giffard und Haenlein haben also gemeinsam eine kleine Gondel und darüber eine besondere Absteifung des Ballonkörpers. Beim Ballon von Renard ist eine lange Gondel gewählt, welche gleichzeitig zur Absteifung des Ballonkörpers dient. Zwei prinzipielle Konstructionen stehen hier gegenüber und überlassen uns die Wahl. In den Gewichtsverhältnissen zeigen sie keinen bemerkenswerthen Unterschied, wie wir gesehen haben, und darum bleibt uns nur die Erörterung der Eigenschaften beider übrig. Die Gondel bildet den tiefsten Punkt des ganzen Fahrzeugs, folglich ist die Sohle der Gondel auch gleichzeitig die Sohle oder Stützfläche des

*) Bei seinem zweiten Versuch verlegte Giffard diese Versteifung nach oben in das Netz, als äquatorialen Rahmen um den Ballon.

Luftballons auf dem Landungsplatz. Der lange Ballon wird sicherer auf dem Boden festgehalten werden, wenn die Gondel eine hinreichende Länge hat. Ist die Gondel ganz kurz, so wird der Ballon bei der Landung während unruhiger Luft in heftige Sprünge und Schwankungen um die Gondel als Mittelpunkt gerathen, welche nachtheilig sind, wenn dabei die Ballonenden den Boden stampfen. Auch der festgeankerte Ballon ist bei unruhiger Luft derselben Gefahr ausgesetzt, sofern die Gondel nur allein und die beiden Ballonenden nicht zugleich gesichert werden; dadurch wird aber die Landung viel zu komplizirt.

Renards Ballon besitzt in weit geringerem Maasse diese nachtheilige Eigenschaft. In verankerter Stellung wird durch jede beliebige Luftströmung eine parallele Verschiebung des Ballons um seine horizontale Aufhängeachse (der Gondel) hervorgerufen und während der Landung kommt es nur darauf an, recht schnell den Boden zu gewinnen.

Das Verhalten eines festgeankerten Ballons auf dem Landungsplatz wird von vielen Projektanten noch zu sehr vernachlässigt, unserer Meinung nach ist dies aber, neben der freien Fahrt, das wichtigste Moment in der Luftschifffahrt. Was nützt uns ein Ballon, der gelandet kaum stehen kann und von jedem leisen Luftzug über den Haufen geworfen wird. Geschieht die Landung dann einmal nothwendiger Weise an Orten, wo weit und breit kein Mensch zur Hülfeleistung zu erblicken ist, so sind Leben und Eigenthum des Luftschiffers der grössten Gefahr ausgesetzt.

Eine Lokomotive braucht man nur laufen zu lassen, das Stehen auf dem Platze bringt sie allein fertig, vermöge ihres Gewichts und der Räder als Stützpunkte. Ein Schiff auf dem Wasser braucht nur geführt zu werden, wegen des Widerstandes im Wasser hat es kein Bestreben, sich selbstständig weiter zu bewegen, es kann also auch am Platze stehen und wird nur der grössern Sicherheit wegen verankert. Beim Luftballon ist die Sache aber gerade umgekehrt, diesen müssen wir zum Verbleiben auf dem Platze zwingen und durch die richtige Wahl der Konstructionstheile müssen wir ihnen das Stehenbleiben erleichtern. Wie die umgebende Atmosphäre sich keinen Augenblick in absoluter Ruhe befindet, so ergeht's auch dem Ballon, welcher ja nichts weiter ist, als ein für sich abgeschlossener Theil der Atmosphäre, und er nimmt an jeder Bewegung derselben gleichen Antheil.

Die parallele Verschiebung des Ballons hat ferner noch den grossen Vorzug eigen, dass der Angriff einer Luftströmung auf den Gaskörper nicht plötzlich einwirkt, sondern allmählich, wodurch bei heftigen Windstössen die Gefahr der Ballonbeschädigung durch Risse gemindert wird. Die Aufhängung des Ballons durch die fast übereinstimmend parallel gerichteten Seile, wodurch eben die genannte Verschiebung möglich wird, ist der Einschaltung eines elastischen Mittels gleich zu achten, welche nothwendig ist zwischen dem voluminösen, weichen, nachgiebigen Ballonkörper und der starren Gondel. Ob eine direkte Vereinigung des Ballonkörpers mit der Gondel, also zweien

Konstructionstheilen von ganz entgegengesetzten Eigenschaften, für zweckmässig zu erachten ist, dürfte erst der praktische Versuch lehren. Der Ballonkörper darf nicht aus so festem Material hergestellt werden, dass er formbleibend in ein starres Rahmwerk eingefügt werden kann, dazu wird die Ballonhülle zu schwer und der übliche leichte Ballonstoff bietet wegen der übermässig grossen Angriffsoberfläche dem Wind gegenüber viel zu wenig Sicherheit, so dass wir glauben, das Starre mit dem Weichen in diesem Falle und durch ein elastisch wirkendes Mittel vereinen zu müssen. Die Gondel selbst in genügendem Maasse nachgiebig zu machen, wäre eine in der Technik selten vorgesehene Aufgabe, bei kleinen mechanischen Vorrichtungen macht man von der Elastizität des Materials sogar umfangreiche Anwendung, aber für so grosse Ausführungen, wie sie im Ballonbau vorkommen, fehlt uns das geeigte Material.

Viel wichtiger als diese Eigenschaft sind die konstruktiven Vorzüge der langen Gondel mit vorn gelagerter Schraube, in Bezug auf die selbstständige Ortsbewegung des Fahrzeuges in der Luft. Diese Vorzüge sind so ersichtlich, dass es überhaupt überflüssig ist, hier noch einmal darauf zurückzukommen.

Wir gehen nun zu den beiden letzten Gruppen von Renards Ballon über.

Der Elektrizitätsmotor mit 0,31 pCt. des Gesammtgewichts verdankt diese Schwere nur der mitgeführten Batterie. Wie wenig vortheilhaft sich diese Art des Betriebes heute noch gestaltet, kann man daraus ersehen, dass unter sonst nahezu gleichen Ansprüchen in Bezug auf Leistung und Dauer die absoluten Gewichte ungeheuer verschieden sind, und zwar bei Giffard mit 450 Kilogramm, bei Haenlein mit 383 Kilogramm, dagegen bei Renard mit 611 Kilogramm.

Die Nutzlast ist bei Renards Ballon sehr gering, aus dem Grunde, weil der Versuch auch nur die Möglichkeit des Gelingens beweisen sollte. Es ist gut, diese äusserst sparsame Zuwendung zu vermeiden, weil man sonst Gefahr läuft, den verbesserungsbedürftigen Treibapparat nebst Motor nicht stärker und schwerer wählen zu können und dadurch unter Umständen der ganze Versuch gehemmt wird.

Die Betrachtung bis hierher galt der Gewichtsvertheilung bei jedem der drei Ballons im Einzelnen, in Bezug auf seine Tragfähigkeit. Bei dem Entwurf eines lenkbaren Ballons, welcher sich im Prinzip einem der obigen Ballonsysteme nähert, kann man die Gewichtsverhältnisse jener als Grundlage annehmen, selbst wenn der Ballon etwas grösser gewählt wird. Setzen wir voraus, dass die Gestalt des Ballons dieselbe bleibt und das Volumen sei zweimal so gross, so betragen die Hauptabmessungen des neuen Ballons $\sqrt[3]{2} = 1{,}26$ mal den gleichnamigen Abmessungen in Metern des Musterballons, d. h. Länge und Durchmesser des letzteren vergrössern sich um etwa den vierten Theil. Beispielsweise würde der Ballon von Renard bei doppeltem Volumen d. .h einem Füllinhalt von $2 \times 1864 = 3728$ Kubikmeter eine Länge

von 63 Meter und einen Durchmesser von 10,6 Meter erhalten. Die Oberfläche des Ballons wächst dagegen nur im Quadrat der obigen Verhältnisszahl an, das ist $1{,}26^2 = 1{,}6$. Es wird also beim doppelten Volumen die Ballonhülle nicht auch das Doppelte, sondern nur den 0,6. Theil mehr wiegen. Da bei Renards Ballon das Gruppengewicht für den Ballon mit 496 Kilogramm verzeichnet ist, so beträgt es für einen Ballon von doppelter Grösse $496 \times 1{,}6$ gleich rund 800 Kilogramm oder 0,20 pCt. der Tragfähigkeit.

Die Gondel würde für diesen Fall von 33 auf etwa 42 Meter Länge anwachsen und eine Gewichtsvermehrung von reichlich 160 Kilogramm erfahren, sodass sie im Gruppengewicht von 700 Kilogramm der Tragfähigkeit des Ballons in der Höhe von 4000 Kilogramm gegenübersteht, oder $0{,}17_5$ pCt. beträgt.

Die Gruppen, Maschine und Nutzlast bleiben der Wahl des Konstrukteurs überlassen; je leichter die Maschine wird, desto mehr Tragfähigkeit entfällt auf die Nutzlast und umgekehrt. Ferner kommt es auf den Zweck an, dem der lenkbare Luftballon dienen soll; will man ihm besonders hohe Fahrgeschwindigkeit ertheilen, so wird durch die stärkere und schwerere Maschine die Nutzlast sehr geschmälert werden. Soll dagegen der Ballon nur die Möglichkeit der freien Ortsveränderung besitzen, so kann viel mehr Tragfähigkeit für die Nutzlast erübrigt werden.

Es bleibt uns nunmehr noch die Aufgabe übrig, die drei Ballonsysteme unter Annahme ganz gleicher Volumina und gleicher Tragfähigkeit einander gegenüber zu stellen und von diesem Gesichtspunkt zu betrachten. Zur Füllung setzen wir selbstverständlich ein Gas für alle drei Ballons voraus und wählen den leichteren Wasserstoff.

Giffards Ballon hatte einen Füllinhalt von 2500 Kubikmeter, Haenleins Ballon hatte nur einen Füllinhalt von 2408 Kubikmeter, der Unterschied beider beträgt 92 Kubikmeter, welcher sich ohne bemerkenswerthe Gewichtsvermehrung der Hülle leicht unterbringen lässt, und legen wir den Inhalt von Giffards Ballon unserer Betrachtung zu Grunde. Renards Ballon hat 1864 Kubikmeter Inhalt, setzen wir dieses Volumen = 1, so muss dasselbe im Verhältniss auf $\left(\frac{2500}{1864} = \right)$ 1,341 anwachsen, wenn der Ballon unter Beibehaltung der ähnlichen Gestalt 2500 Kubikmeter fassen soll. Die linearen Abmessungen des Ballons müssen also mit $\sqrt[3]{1{,}341}$ gleich rund 1,1 vervielfältigt werden, oder mit anderen Worten, sie wachsen um den zehnten Theil ihrer eigenen Länge. Die Länge des Ballons wird in diesem Fall = 55 Meter betragen und der grösste Durchmesser = 9,24 Meter. Die Länge der Gondel wird auch um den zehnten Theil grösser, ihr absolutes Gewicht betrug 452 Kilogramm, das Gewicht der mit „Gondel" bezeichneten Gruppe zählt sich zu 539 Kilogramm zusammen; wenn wir nun diese Ziffer auf „600 Kilogramm" abrunden, so werden wir der Gewichtsforderung jedenfalls genügen. Ferner, setzen wir

das Gewicht der Ballonhülle (Gruppe) mit 496 Kilogramm = 1, so verhält sich des Gewicht der grösseren Hülle zu dieser wie die Vergrösserungsziffer zum Quadrat, das ist $1{,}1^2$ zu 1^2 oder = 1,21 : 1. Das Gewicht der neuen Hülle beträgt also angenähert 1,21 × 496 = rund „600 Kilogramm". Die beiden Gewichtsgruppen zu je 600 Kilogramm erreichen nur zufällig diese Gleichheit und stellt sich ihr Verhältniss zum Gesammtgewicht so wie zu den übrigen Ballons in folgender Weise dar:

Benennung	Giffard	Haenlein	Renard
Füllinhalt in kbm (Wasserstoffgas)	2500	2500	2500
Tragfähigkeit in Kilogramm . .	2800	2800	2800
Ballonhülle = Kilogramm . . .	470	510	600
Gondel = „ . . .	720	452	600
Maschine, Nutzlast = „ . . .	1610	1838	1600

Der Vergleich zeigt, dass in Bezug auf übrig bleibende Tragfähigkeit der Ballon von Haenlein obenan steht und dass die beiden anderen Ballons trotz der Verschiedenheit in der Konstruktion sich ganz gleich stellen. Wir dürfen aber den Mehrbetrag an Tragfähigkeit nicht als ausschlaggebend ansehen, sondern nach dem Frühern sind die konstruktiven Vorzüge eines Ballonsystems bestimmend und da können wir nicht umhin, wieder dem System von Renard uns zuzuwenden.

Nehmen wir nun dies eine vielversprechende Ballonsystem heraus und gruppiren die oben berechneten Grössen, so stellt sich das folgende Verhältniss in Procenten der Tragfähigkeit dar:

Füllinhalt in Kubikmeter (Wasserstoffgas)	1864	2500	3728	
Tragfähigkeit in Kilogramm	2000	2800	4000	
Ballon	0,25	$0{,}21_4$	0,20	Procente
Gondel	0,27	$0{,}21_4$	$0{,}17_5$	Procente
Maschine, Nutzlast	0,48	$0{,}57_2$	$0{,}67_5$	Procente
	1,00	$1{,}00_0$	$1{,}00_0$	

Hieraus geht hervor, dass je grösser der Ballon wird, desto geringern Procentantheil die beiden ersten Gruppen beanspruchen, obgleich ihre absoluten

Werthe ein steigendes Verhältniss zeigen, denn 2000 × 0,25 sind = 500 und 4000 × 0,20 sind schon 800 Kilogr.

Die Tragfähigkeitsziffer der Nutzlast (einschliesslich der ihrer Grösse und Stärke nach variablen Maschine) nimmt auch in erfreulichem Maasse zu und ermuthigt, im Hinblick auf die geringe Längenausdehnung, zur Wahl grosser Ballons. Die Längen der obigen drei Ballongrössen sind: 50, 55 und 63 Meter, während die zugehörigen Nutzlasten 960, 1600 und 2700 Kilogramm betragen. Ein Ballon von 63 Meter Länge liegt aber der untern, durch die Theorie gebotenen Ausführungsgrenze viel näher, als der durch die Praxis bedingten obern Ausführungsgrenze; seine Herstellung hat noch mit keinen technischen Schwierigkeiten zu kämpfen und es bedarf dazu auch noch keines ausserordentlichen Materials. Auf die Aufsuchung weiterer Grössen können wir nicht eingehen, wir müssen bis hierher die todten Gewichtsziffern erst durch die Praxis ganz genau feststellen, damit wir für die ansteigende Kurve der Nutzlast auch genaue Koordinatenschnittpunkte erhalten. Für unser Beginnen ist aber die obige Darstellung wohl ausreichend und bietet hoffentlich ein klares Bild über die einzuschlagende Richtung unserer praktischen Förderung der Luftschifffahrt. — Wir sind von der Ueberzeugung durchdrungen, dass der Ballon von Renard weitere umfassende Abänderungen im Aeussern nicht erfahren wird, woraus wir schliessen, dass die Gewichtsverhältnisse in der Praxis auch keinen grossen Unterschied gegen die obigen Angaben zeigen werden. In der Maschinentechnik besitzen wir leider keinen so bezeichnenden Ausdruck als wie das eine „praktisch“ für das, was man im Kunstgewerbe „stylgerecht“ heisst; von Renards Ballon können wir aber sagen, dass er sehr stylgerecht ist, in dem Sinne, dass bei ihm die konstruktiven Bedingungen in günstiger Weise zu einander verkörpert sind. Das langsame Aufstreben der Luftschifffahrt nöthigt uns zwar, mehr durch „studiren“ als „probiren“ die Sache zu fördern, gerade deshalb ist aber der Grundgedanke des Renard'schen Ballons, schon lange vor dem Bekanntwerden desselben, in flugtechnischen Kreisen vielfach erörtert worden; indessen Renard gebührt das Verdienst, die erste Ausführung gebracht zu haben.

Die eingehende Behandlung dieses Ballons ist daher gerechtfertigt, zumal er als jüngste Ausführung auf Grundlage aller bisherigen Erfahrungen entstanden ist.

Am Schluss unserer Betrachtung wollen wir noch folgende technische Erwägung anknüpfen. Aus den in illustrirten Zeitschriften enthaltenen Abbildungen von Renards Ballon ist ersichtlich, dass während der Ruhestellung auf dem Landungsplatz die Schraube von der Welle abgenommen wird. Diese Maassregel ist jedenfalls nothwendig, wegen der tiefen Lagerung der Schraubenwelle in der Gondel, weil die zweiflügelige Schraube selbst beim Landen durch horizontale Einstellung der Flügel im Stillstand vor Beschädigung nicht sicher bleibt. Eine Abhülfe wird geschaffen einmal durch Höherlagerung der Schraubenwelle oder durch Aufhissen der Schraube derart, dass die

Schraubenwelle an einer Stelle gelenkig ist und das äussere Ende nebst Schraube, wie der Schenkel eines Zirkels beweglich, um einen gewissen Winkel gehoben wird. Das vordere Halslager der Schraubenwelle wird für diesen Zweck in einer Coulisse geführt und mittelst eines Kettenzuges oder dergl. gehoben, während es in der normalen Tieflage sich vielleicht zwischen Keilbacken einklemmt oder durch sonstige Vorrichtungen in der Stellung gesichert bleibt.

Die lenkbaren Ballons von der beschriebenen Grösse bilden die Anfangsgrösse, wo sich bei sparsamster Ausführung die Tragfähigkeit des Ballons mit der Gesammtbelastung begegnen. Ausführungen unterhalb dieser praktischen Grenze können nur als Modell bezeichnet werden, wie weit aber die obere Ausführungsgrenze liegt, das bleibt der Zukunft anheim gestellt. So weit sich die Luftballontechnik heute übersehen lässt, wird die obere Ausführungsgrösse wohl kaum über 100 Meter Ballonlänge hinausgehen, weil sonst der Betrieb sich zu unhandlich gestaltet, man baue dafür lieber einige Luftballons mehr. Dieses Vorausgreifen ist nur erlaubt, wenn wir die Bauart von Renards Luftballon im Auge behalten, wir meinen die Anwendung der langen Gondel.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Militair-Wochenblatt. No. 34. Berlin, den 25. April 1885.

Diese halbamtliche Zeitschrift bringt im nichtamtlichen Theile ihrer oben bezeichneten Nummer an erster Stelle unter der Ueberschrift: „Der Deutsche Verein zur Förderung der Luftschifffahrt in Berlin“ einen Artikel, den wir hier vollständig wiedergeben:

„Bei dem Interesse, welches man in militairischen Kreisen in neuerer Zeit der Kriegs-Aëronautik zugewendet hat, dürfte auf die Thätigkeit dieses seit drei Jahren in Berlin bestehenden Vereins aufmerksam zu machen sein. Der Verein, dem eine grössere Zahl von Offizieren, auch ausserhalb Berlins lebender, als Mitglieder angehört, ist seit seinem Bestehen bestrebt gewesen, alle seit der Erfindung des Ballons durch die Gebrüder Montgolfier auf diesem Gebiete gemachten Versuche und erzielten Resultate klarzulegen und auf ihre Bedeutung für weitere Entwickelung zu prüfen. Alle Publikationen von einiger Bedeutung, welche seit dem Jahre 1783 erschienen sind, werden, soweit möglich, beschafft und sind schon jetzt zu einer Bibliothek vereinigt worden, die an Vollständigkeit kaum von einer ähnlichen übertroffen werden dürfte. Um die Kenntniss früherer Vorgänge auf diesem Gebiete, sowie die Fortschritte der neueren und neuesten Zeit einem grösseren Leserkreis zugänglich zu machen, wird von dem Verein eine Zeitschrift herausgegeben, welche — monatlich in einem Heft — in dem Verlage der Buchhandlung von W. H. Kühl, Jägerstrasse No. 73, erscheint und am Schluss ihres ersten und zu Anfang ihres zweiten Jahrganges eine äusserst vollständige Darstellung der Entwickelungsgeschichte der Militair-Aëronautik enthält. Die Redaktion ist bemüht gewesen, alle weiteren Vorgänge in dieser Richtung bekannt zu machen und auch neueren Vorschlägen über Verwendung von

Ballons im Dienste der Kriegsführung in der gedachten Zeitschrift einen Platz einzuräumen. Die Zeitschrift des vorgenannten Vereins kann daher jedem Offizier, der sich mit diesen Zweigen der Kriegswissenschaften beschäftigen will, nur empfohlen werden, und würden Abonnements-Anmeldungen an den Vorsitzenden Herrn Dr. Angerstein, S.W., Alte Jakobstrasse No. 134, zu richten sein."

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve. 18. Année. No. 4. Paris, April 1885.

Das Aprilheft des Organs der französischen aëronautischen Gesellschaft hat folgenden Inhalt:

Unter dem Titel: „Festsitzung der Akademie der Wissenschaften" wird zunächst ein Theil der Rede mitgetheilt, welche der Präsident Herr Rolland am 23. Februar in der gedachten Sitzung gehalten hat und der interessant genug ist, um ihn auch in der deutschen Fachzeitschrift wörtlich wiederzugeben.

„Aëronautische Versuche von grossem Interesse sind im Jahre 1884 gemacht worden, einerseits von den Gebrüdern Tissandier, welche schon so viele Beweise von Hingebung an die Wissenschaft und das Vaterland gegeben haben, und andererseits von zwei gelehrten Offizieren, den Hauptleuten Renard und Krebs, aus der Militairwerkstatt von Meudon. Die Einen wie die Anderen sind mit Ballons von länglicher Form, ausgerüstet mit einem Steuer und einer durch einen elektrischen Motor getriebenen Schraube unternommen worden. Die Ergebnisse waren durchaus befriedigend, besonders die, welche die Herren Renard und Krebs erzielten, denen es am 9. August bei stillem Wetter gelang, ihren Ballon nach seinem Abgangspunkte, dem Park von Chalais, zurückzuführen, nachdem sie ihn in 23 Minuten, einen Weg von 7600 Meter Länge, am Boden gemessen, hatten zurücklegen lassen. Das Datum des 9. August 1884 wird in den Annalen der Luftschifffahrt bemerkenswerth bleiben, denn an ihm hat man zum ersten Male einen Aërostaten in seinem Elemente so ohne Schwierigkeit manövriren sehen, wie einen Kahn auf dem Wasser. Ohne Zweifel hat die Ruhe der Atmosphäre zum Erfolge dieses schönen Versuches beigetragen, der übrigens zwei Monate später erneuert worden ist, aber man weiss, dass die Elektrizitätsquelle und die Maschine über welche die Offiziere von Meudon verfügen, von jetzt an Kraft genug gewähren, um ihrem Ballon eine Geschwindigkeit von 19 bis 20 Kilometer und vielleicht bald 25 Kilometer in der Stunde zu geben. Man kann mithin hoffen, dass weitere Versuche gleichfalls glücken werden, sollten sie gleich unter weniger günstigen atmosphärischen Verhältnissen unternommen werden. Die Herren Gebrüder Tissandier ihrerseits haben abermals bewiesen, wie einst ihr Lehrer und Freund, Herr Heinrich Giffard, und nachdem unser berühmter und beklagter Kollege Dupuy de Lôme, dessen Versuchsfahrt am 2. Februar 1872 so klar und beweisend die Möglichkeit zeigte, dass man einen Aërostaten mit Hülfe der Schraube und eines Steuerruders von der Windrichtung abweichen lassen kann. Den beiden geschickten Versuchsanstellern ist es sogar gelungen, ihren Ballon oberhalb Paris zum Stillstand zu bringen, woraus man entnehmen kann, dass mit einer ein wenig grösseren Kraft als der, die sie sich hatten verschaffen können, oder in einer etwas windstilleren Luft, sie ihr Ziel erreicht haben würden, dem sie, man muss das anerkennen, ganz nahe gekommen sind. Die Akademie hat diese neuen Versuche um so lieber verzeichnet, als sie niemals auf-

gehört hat, sich mit dem Fortschritte einer Kunst in Fühlung zu erhalten, welche in Frankreich zur Welt gekommen ist und welche dem Lande unter den schwierigsten Verhältnissen grosse Dienste geleistet hat u. s. w."

Es wird alsdann ferner mitgetheilt, dass der Preis Plumay im Betrage von 2500 Franks dem Herrn Marineoffizier du Rocher du Quengo für eine Denkschrift über die Triebkraft der Schraube zu Theil geworden ist. Nach dem Wunsche des Begründers dieses Preises soll derselbe gegeben werden: „Dem Urheber der Verbesserung von Dampfmaschinen, oder jeder anderen Erfindung, die (nach dem Urtheile der Akademie) am Meisten zur Entwickelung der Dampfschifffahrt beitragen wird." Das Weitere der Sache gehört nicht hierher, es möge die Mittheilung genügen, dass die von Herrn du Quengo vorgeschlagene Schraube sich wirksamer erwiesen haben soll, als die bisher in der französischen Marine gebräuchlichen Schraubenpropeller.

Ein fernerer Artikel des Aéronaute mit der Ueberschrift: „Von Paris nach Bayern" schildert eine am 2. und 3. Oktober 1884 ausgeführte Luftreise der Herren H. Hervé und L. Loir. Der Ballon „National", auf Kosten des Erstgenannten sorgfältig gebaut, mit zwei Glühlampen elektrisch beleuchtet und mit den neuesten und besten Instrumenten ausgerüstet, stieg um 10 Uhr 15 Minuten Abends von der Gasanstalt zu la Vilette und trug die Reisenden nach Deutschland, wo sie bei Westheim (Bayern) um 9 Uhr 40 Minuten Vormittags landeten. Sie hatten mithin in 11 Stunden 25 Minuten 440 Kilometer zurückgelegt. Auch dieses Mal wurden in verschiedener Höhe zwei verschieden gerichtete Luftströmungen wahrgenommen. Die untere derselben bewegte sich ziemlich langsam von S.-Südwest nach N.-Nordost und ging nicht über 300 Meter Höhe hinaus. Die obere, bemerkbar von dieser Höhe an bis zu 2000 Meter und wahrscheinlich noch darüber hinausgehend, zeigte in der Richtung von Westen nach Osten eine verschiedene Geschwindigkeit. Beim Uebergange aus einer dieser Luftschichten in die andere wurde der Ballon einige Male mit Heftigkeit um seine Vertikalaxe gewirbelt und spürte man in der Gondel einen lebhaften Wind. In den einleitenden Worten, welche der Beschreibung der interessanten Fahrt vorangehen, dringt Herr Hervé darauf, dass Ballonreisen zu meteorologischen und physikalischen Studien stets mit dem besten Material unternommen werden müssen. Auch solle man zu dem Ende nur sehr genau gearbeitete, rasch und selbstthätig registrirende Apparate, sowie elektrische Beleuchtung für die Nachtfahrt mitnehmen und auf Mittel bedacht sein, die Aërostaten so lange als möglich schwebend zu erhalten. v. H.

Brieftaube. Central-Organ des Verbandes deutscher Brieftauben-Liebhaber-Vereine und sämmtlicher angeschlossenen Vereine. Hannover, 1885.

Dieses zwar kleine, aber für Brieftaubenzüchter und Liebhaber sehr werthvolle Blatt enthält eine Menge schätzbarer Artikel, welche für uns in sofern grosses Interesse bieten, als mit der Zeit ein Zusammengehen der Luftschifffahrt und der Verwendung von Brieftauben, wie solches bereits im Heft VIII, Jahrgang 1883, Seite 226 unserer Zeitschrift befürwortet worden ist, angestrebt werden muss. In No. 15 vom 11. April 1885 des genannten Organs befindet sich u. A. ein Artikel, in welchem eine Festlichkeit besprochen wird, die zu Ehren von Brieftauben (Sieger in einem Wettfliegen) zu Caen im Januar d. J. stattfand. Das französische Kriegsministerium hatte durch einen Beamten einigen Mitgliedern des Brieftaubenvereins in Caen mehrere Staatsmedaillen zur Belohnung übergeben lassen und bei dieser Gelegenheit hielt der Kommandeur eines Genie-Corps eine Rede, worin er sagte:

„Meine Herren! Seit einigen Jahren verfolgt die französische Regierung mit grossem Interesse alle Erfindungen, welche die Rapportmittel des Luftverkehrs berühren. Den ersten Anlass zu erneuerter Anregung gab der Patriotismus, welcher vor 15 Jahren in seinen theuersten Gefühlen tief verwundet, bis heute mit beharrlicher Energie nach neuen Erfindungen auf diesem Gebiete strebt, und aus diesem Grunde schon heute reiche Früchte trägt. Der Erfindungsgeist des französischen Volkes, welcher seit der gleichen Zeit in den verschiedensten Theilen unseres Vaterlandes emsig nach Vervollkommnung aëronautischer Verkehrsmittel strebte, hat vermöge seines Zusammenwirkens in derselben Richtung nunmehr bedeutende Erfolge zu verzeichnen. Die Luftschifffahrt wurde vor etwa 100 Jahren, zuerst in Frankreich versucht und heute gebührt den Franzosen wiederum der Ruhm, ein anderes Problem gelöst und auch die Erfindung gemacht zu haben, auf welche Weise der Luftballon zu lenken ist. Eine andere Erfindung, hinsichtlich der Electrizität in unsern Leuchtthürmen, welche heute ihr electrisches Licht auf Entfernungen bis zu 40 Kilometer auf das Meer hinaus werfen und mittelst ihres abwechselnden Verschwindens und Wiedererscheinens die einzelnen Buchstaben des Alphabetes in der optischen Telegraphie andeuten, wurde gleichfalls in Frankreich gemacht. Auch die wichtigste, auf den Brieftaubensport bezughabende Erfindung, welche in ihrer Grossartigkeit alles bisher Dagewesene weit hinter sich lässt, nämlich die photomikroskopische Verkleinerung von Depeschen, mittelst welcher man während der Belagerung von Paris im Stande war, circa 115,000 Depeschen auf so dünne Häutchen zu fixiren, dass deren Gesammtgewicht nur 2 Gramm betrug, gebührt einem Franzosen.*) Es ist nicht meine Absicht, Ihnen hier alle weniger werthvollen Erfindungen auf dem Gebiete der Aëronautik aufzuzählen, welche sämmtlich in Frankreich gemacht wurden, weil ich Ihre Geduld dadurch zu sehr auf die Probe stellen würde; ich beschränke mich darauf, Ihnen hier die vollste Anerkennung des hohen Kriegsministeriums für die Leistungen auszusprechen, welche Sie während der verflossenen Saison mit ihren geflügelten Boten erzielt haben.“

Die Sieger unter den 500 Konkurrenten waren während der Festlichkeit in dekorirten Käfigen ausgestellt und fanden die Bewunderung des zahlreich versammelten Publikums. Um 3 Uhr Nachmittags erschien der Kommandeur der 10. Infanterie-Brigade, General Zamais, nebst dem Obersten Zéde und dem Oberstlieutenant Bresley und vertheilte an die Sieger die vom französischen Kriegsministerium ausgesetzten silbernen Medaillen, während das Musikcorps des 36. Regiments die Marseillaise intonirte. Mit einem Banket schloss die Festlichkeit. Lieutenant v. H.

Protokoll

der am 14. März 1885 stattgehabten Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: Dr. Jeserich.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Wahl eines zweiten Mitgliedes zur Bibliotheks-Kommission; Bemerkungen zu den Helmholtz'schen theoretischen Betrachtungen über lenkbare Luftballons; Referat über den neuesten hiesigen Luftschifffahrtsversuch; Mittheilungen der technischen Kommission.

Nach Verlesung und Genehmigung des Protokolls der vorigen Sitzung und

*) Siehe Heft VIII, Jahrgang 1883, Seite 229 unserer Zeitschrift.

nach einer kurzen geschäftlichen Mittheilung des Vorsitzenden über eingegangene Zuschriften wird Herr Otto Elsner, in dessen Geschäftsräumen die Vereinsbibliothek aufgestellt ist, einstimmig zum zweiten Mitgliede der Bibliotheks-Kommission erwählt.

Zum nächsten Gegenstande der Tagesordnung, „Bemerkungen zu den Helmholtz'schen theoretischen Betrachtungen über lenkbare Luftballons“, erhält Herr Gerlach das Wort. Redner steht den Ergebnissen der Helmholtz'schen Betrachtungen im Allgemeinen zustimmend gegenüber, führt jedoch einzelne von Helmholtz weniger eingehend erörterte Punkte weiter aus und behält sich schliesslich vor, seine Bemerkungen später dem Vereine schriftlich vorzulegen.

Herr Buchholtz fügt seinerseits den kritischen Aeusserungen des Vorredners hinzu, dass die Berechnungen des Herrn Professors v. Helmholtz, der sich bei denselben wahrscheinlich an die Dupuis de Lôme'schen Versuche gehalten, nach den inzwischen gewonnenen Erfahrungen der Aëronautik wohl etwas anders ausfallen könnten, als zur Zeit ihrer Veröffentlichung geschehen.

Herr Dr. Müllenhoff meint, Helmholtz habe mit seinen Betrachtungen nur den Weg anzeigen wollen, wie derartige theoretische Versuche durchzuführen seien; er (Redner) sei dadurch zum Weiterarbeiten in dem gleichen Sinne angeregt worden.

Nach dem Schlusse der Diskussion tritt die übliche Pause ein.

Der nächste Gegenstand der Tagesordnung betrifft ein neues Projekt des Herrn Maximilian Wolff zu einem lenkbaren Luftschiffe. Herr Gerlach theilt darüber mit, dass ihm dies Projekt in vieler Beziehung sehr beachtenswerth erschienen sei. Der Ballon ist, nach dem Referate des Herrn Gerlach, noch im Bau begriffen, er soll 33 Meter Länge, vorn 8, hinten 4 Meter Durchmesser, im Ganzen also Keulenform erhalten. Die Nähte werden in eigenthümlicher Weise hergestellt, das Netz fällt ganz fort und soll durch innere Befestigungen, die radial zum Querschnitt des Ballons stehen, ersetzt werden. Die Triebmaschine soll am vorderen Ende des Ballons liegen und dort an einer runden Scheibe mittelst eines Angelgelenkes, also drehbar um die Vertikalaxe, um so die Lenkbarkeit herbeizuführen, befestigt. Zum Lenkungsapparat gehört eine nur 20 Pfund schwere Dampfmaschine, welche den Dampf von der Gondel aus erhält.

In einer längeren und ziemlich animirten Diskussion werden einerseits, und zwar von den Herren Dr. Angerstein, Broszus, Buchholtz, vom Hagen I., Priess und Regely, lebhafte Bedenken gegen das Projekt geltend gemacht, andrerseits aber, und zwar speziell von den Herren Gerlach und Dr. Kronberg, hervorgehoben, dass diese Wolff'sche Konstruktion manchen originellen Gedanken enthalte, der noch berufen sein könnte, in der Aëronautik eine Rolle zu spielen. Der Vorsitzende schliesst endlich die Diskussion mit der Bemerkung, man dürfe das sachliche Interesse des besprochenen Projektes nicht verkennen, und der Verein werde jedenfalls darauf zurückkommen, wenn dasselbe die Aufmerksamkeit der grossen Oeffentlichkeit noch weiter auf sich lenken sollte.

Mittheilungen der technischen Kommission liegen nicht vor. Es theilt noch der als Gast anwesende Meteorologe Herr Dr. Kremser mit, in England sei insofern ein Fortschritt bezüglich der Anwendung der Luftschifffahrt zu meteorologischen Zwecken gemacht worden, als dort mit Mr. King ein Vertrag abgeschlossen sei, wonach derselbe auf erfolgte telegraphische Mittheilung binnen spätestens 8 Stunden einen Ballon zur Auffahrt fertig zu halten habe, um nach dem Aufsteigen desselben die Luftdrucks-Maxima und Minima zu beobachten. Solche Auffahrten hätten bereits stattgefunden und weitere dürften folgen.

Im Anschlusse an diese Mittheilung lässt Herr Regely noch einige Bemerkungen über die Wichtigkeit derartiger Beobachtungen folgen.

Die nächste Sitzung wird auf den 28. März festgesetzt.

Schluss 10¾ Uhr.

Protokoll
der am 28. März 1885 stattgehabten Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: Dr. Jeserich.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Vortrag des Herrn Freiherrn vom Hagen I. über die internationale aëronautische Ausstellung von 1868; Mittheilungen der technischen Kommission.

Das Protokoll der vorigen Sitzung wird verlesen und genehmigt.

Der Vorsitzende theilt mit, dass Herr Freiherr vom Hagen II. mit der Herausgabe eines Werkes über die Entwickelung und die Fortschritte der Luftschifffahrt beschäftigt sei. Dasselbe solle in möglichst klaren Zeichnungen — von denen eine Anzahl zur Ansicht vorliegt — alle bisher gebauten oder projektirten Luftschiffe, Flugmaschinen etc. zur Darstellung bringen und zu diesem Behufe ausser dem Text einen vollständigen aëronautischen Atlas enthalten. Das Erscheinen des Werkes, welches in Lieferungen erfolgen solle, sei bereits gesichert und müsse es sich der Verein zur Aufgabe stellen, das Unternehmen nach Kräften zu fördern.

Die Förderung des Unternehmens wird auch von den Herren vom Hagen I., Dr. Kronberg, Regely und Seele sehr warm befürwortet.

Der Vorsitzende kommt noch einmal auf das in der vorigen Sitzung schon besprochene Wolff'sche Projekt zurück. Besonders die Herren Broszus und vom Hagen I. bestätigen nochmals die gegen das Projekt schon erhobenen Bedenken.

Herr Freiherr vom Hagen I. hält hierauf den angekündigten Vortrag über die aëronautische Ausstellung von 1868. Der Vortrag soll in der Zeitschrift erscheinen.*)

Es folgt die in jeder Sitzung übliche Pause. Nach derselben macht der Vorsitzende noch einige Bemerkungen über die Entstehung der vor vier Jahren aufgetauchten, aber bald wieder aufgegebenen Idee, in Berlin eine aëronautische Ausstellung zu veranstalten. Der Gedanke sei nur entstanden, weil man zur Zeit der Begründung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt über alle möglichen Mittel zur Propaganda nachgesonnen habe.

Mittheilungen der technischen Kommission liegen nicht vor.

Auf Wunsch mehrerer Mitglieder bringt der Vorsitzende eine Publikation zur Sprache, welche Herr Dr. Wölfert in einem Hamburger Blatte zur Empfehlung seines Luftschiff-Projektes erlassen und worin derselbe mitgetheilt hat, hervorragende Persönlichkeiten hätten einen Aufruf zu Sammlungen für die Ausführung dieses Projektes erlassen. Speziell ist dabei Herr Generalmajor Regely genannt. Es wird konstatirt, dass die Benutzung des Namens dieses Herrn in dem angegebenen Sinne seitens des Herrn Dr. Wölfert gänzlich unberechtigt war.

Die nächste Sitzung wird auf den 18. April festgesetzt. Schluss 10½ Uhr.

---

*) Ist bereits geschehen. Siehe Heft II. dieses Jahrgangs Seite 33. Die Redaktion.

Verzeichniss der Bücher und sonstigen Druckschriften
in der
Bibliothek des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.
(Schluss.)

K.

162. Kopp, Herm., Einiges über Witterungsangaben. Braunschweig 1879.
163. Kratzenstein. L'art de naviguer dans lair. Rotterdam 1784.
164. Kress, Aëroveloce. Lenkbare Flugmaschine. Wien 1880.
165. Krippendorf, Dr. Herm., Modell eines steuerbaren Luftschiffes. Aarau 1875.
166. Kühl, Katalog von Werken über Luftschifffahrtskunst. Berlin 1883.

L.

174. Landelle, de la, Aviation ou Navigation aérienne. Paris 1863.
175. „ „ L'Aéronef, Appareil de sauvetage. Paris 1861.
175b. „ „ Dans les airs. Paris 1884.
176. Langensiepen, Kurze Geschichte der Luftschifferkunst. (1848.) M. K.
177. Laporte, Albert, Les naufrages aériens. Paris 1882. M. K.
178. Lippert, P. W., Natürliche Fliege-Systeme. Sechs Vorträge. Wien 1884.
179. Livtschack, Die Lösung des aëronautischen Problems. Wien 1869.
180. Lommel, Dr., Wind u. Wetter. Gemeinfassliche Darstellung der Meteorologie. München 1880.
181. Luftballon, die Lenkung des. Wien 1883.
182. Lumière, electrique la, Journal universel d'electricité. Paris 1884.
183. „ „ 27. Sept. 1884. No. 39 (enthält Fonvielles Bericht über Renards Luftschiff).
184. Lisco, Herm., Die deutschen Vereinsgesetze.
185. Locomotion aérienne, Société d'encouragement pour la. Rapports 1864. Paris.

M.

190. May, Ballooning. London 1885.
191. Marion, Les Ballons et les voyages aériens. Paris 1881.
192. Mansfield, Aerial Navigation. London 1877.
193. Magalhaes, Le Zaire et les contrats de l'Association Internationale. Lisbonne 1884.
194. Malkewitz, Der erste deutsche Luftschiffer. Voss. Ztg. No. 43. 1882.
Die erste Berliner Luftreise. „ „ „ 46. 1880.
195. Marey, E. J., La machine animale. Paris 1882.
196. Marey-Monge, Etudes sur l'aérostation. Paris 1847. M. K.
197. Mauder, Geschichte der Luftschifffahrt. Wien 1880. M. 1. K.
198. Masius, Luftreisen von Glaisher, Flammarion, Fonvielle und Tissandier. Leipzig 1872. M. K.
199. Mechanics Magazine, Museum, Partridge Pneumodrom, Journal No. 1032. Mai 1843.
200. Mechanics Magazine, Observations on the means of directing a balloon. 1840.
201. „ „ Greens account of the ascent of the grand balloon from Vauxhall. 1836.
202. Mechanics Magazine, Impracticability of aerial navigation. (Von Maceroni.) 1836.
203. Mertschinsky, A., Der Luftballon. Dresden 1884.

204. Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens. Heft XII. Wien 1881.
205. Monatshefte, illustrirte deutsche, von Westermann. Juli 1875 und Febr. 1878, enth.: „Ueber die seitherige Entwicklung der Luftschifffahrt" von Grashoff und „Die Möglichkeit der Luftschifffahrt".
206. Mouillard, L'empire de l'air. Paris 1881.
207. Müllenhoff, Dr. C., Die Grösse der Flugflächen. M. 5. Abb. Bonn 1884.
208. Murr, V., Versuche der Herren Stephan und Joseph Montgolfier mit den von ihnen erfundenen aërostatischen Maschinen. Nürnberg 1784.
209. Mittheilungen des Ingenieur-Comités. Berlin 1878.
209b. Militair-Wochenblatt No. 34 von 1880. (Enthält: Eine lenkbare Flugmaschine von Fr.)

N.

210. Nadar, Mémoires du géant. Paris 1864.
211. Nature, la, vom 20. August 1884 (Renards Ballon).
212. Nautischen Instrumente, Handbuch der.
213. Navigation Aérienne, Bulletins de la Societé française de, 1877—1878. Paris.
214. „ „ Solution pratique de la, Avec figures. Paris 1863.
215. News, the Illustrated London. 26. Jan. 1884.
216. Natur, die, vom 9. Decbr. 1880. Enthält: Die Luftlocomotive von Bolze.)

O.

225. Oppelt, Navigation aérienne par les ballons, système O. Brüssel 1882.
226. Orlandi, Franc, Descrizione della machina aerobatica costrutta dà. Milano 1827.

P.

234. Pall-Mall-Gazette 18. Febr. 1885. (The Military Ballon Departure by H. Coxwell.)
235. Patentschrift No. 25702. Kaiserliches Patentamt. (Lufttorpedos von Rodeck.)
236. Petermann, Dr. A., Mittheilungen. (Ueber wissenschaftliche Luftreisen.) 1856.
237. Pettigrew, Dr. Bell., Ortsbewegung der Thiere. Leipzig 1875.
238. Pistoja, Buonaccorsi di, Luftschifffahrtsstudien. Wien 1880.
239. Pisco, Die Luftschifffahrt der neuesten Zeit. II. (Unsere Zeit von Gottschall.) Jan. 1885.
240. Pisco, Die Luftschifffahrt der neuesten Zeit. (Unsere Zeit von Gottschall.) Febr. 1885.
241. Platte, A., Aëronautische Betrachtungen. Wien 1879.
242. „ Die Lenkung des Luftballons mittelst einer verstellbaren Aequatorfläche. Wien 1883.
243. Poppe, Das Perpetuum mobile und die Kunst zu fliegen. Tübingen 1832.
244. Popper, Jos., Ueber die Quelle und den Betrag der durch Luftballons geleisteten Arbeit. Wien 1875.
245. Popper, Die physikalischen Grundsätze der elektrischen Kraftübertragung. Wien 1884.
246. Polyteknisk Tideskrift, III. Heft. Christiania 1882.
247. Prechtl, Ueber die Mittel, den Luftbällen eine sichere und dauerhafte Konstruktion zu geben. Wien 1824.
248. Derselbe, Untersuchungen über den Flug der Vögel. Wien 1846.
249. Problème de la direction des aérostats. Paris 1883. M. K.

Q.

259. Questao a do Meridiano Universal por J. B. Ferr. d'Almeida. Lisboa 1883.
260. Question, la, du Zaire par M. Luciano Cordeiro. Lisbonne 1883.

R.

265. Rebenstein, Luftschifffahrt mit und ohne Beihülfe der Aërostatik. Nürnberg 1835.
266. Revista cientifico militar. No. 28. Barcelona 1882.
267. Revista technologico industrial. Barcelona 1883.
268. Reuleaux, Buch der Erfindungen (Aërostaten). Leipzig.
269. — Der Constructeur. Braunschweig 1872.
270. Ruiz, Pedro, Estudios generales sobre la navegazion aérea. Callao 1878.
271. Ruekascheff, M., Lieuten., Erste internationale Polar-Expedition 1882—83 und Aufsteigen mit einem Luftballon. S. Petersburg 1873. (Russisch.)
272. — — Erste Kraftversuche mit einer in der Luft sich drehenden Schraube.
273. — — Notiz über Versuche, entgegengesetzte Luftströmungen betreffend.
274. Rodeck, Neuerungen an Lufttreibtorpedos. Patentschrift 1882.
275. — — Lösbare Verbindung von Lufttreib-Torpedos mit einem Luftballon. Patentschrift 1883.

S.

284. Sanson, Preuves sur preuves d'une nautique aérienne. Paris 1857.
285. Schmidt, Prof. G., Ueber die Luftschifffahrtsfrage. Prag 1877.
286. Schmidt, G., Flugtechnik. Prag 1877.
287. Schreiber, Dr. Paul, Die Bedeutung der Windrosen. Gotha 1881.
288. Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaft zu Marburg. Band II. (Wer gab die erste Idee zu einer aërostatischen Maschine an?) Cassel 1831.
289. Schoettler, R., Die Gasmaschine.
290. Schlotter, Ueber das mechanische Princip des Flugs. 1874.
291. Securius, Luftschifffahrten.
292. Silberer, Victor. Der Luftballon. Wien 1882.
293. — — Im Ballon. Wien 1883.
294. — — Die Luftschifffahrten des Ballons Vindobona in Budapest. Wien 1883.
295. — — Ueber d. Unmöglichkeit d. Lenkbarmachung d. Luftballons. Wien 1884.
296. — — Wiener Luftfahrten im Ballon Vindobona. Wien 1883.
297. Sircos et Pallier, Histoire des ballons. Paris 1876. (M. A.)
298. Steinmann, Ferd., Die Luftschifffahrtskunde. Weimar 1848.
299. Stephan, Dr., Weltpost und Luftschifffahrt. Berlin 1874.
300. Strasser, Ueber den Flug der Vögel. Freiburg i. B. 1884.
301. Samuelson, Zur Theorie des Widerstandes der Medien.
303. Sullivan. The aerovolant. 1880.
304. Sander, J., Lenkbares Luftschiff. Hamburg 1884.
305. Stanley's First Opinions. Portugal and the slave trade. Lisbon 1883.

T.

311. Taubert, Franz, Handbuch des Luft-Sports. Berlin 1883.
312. Tissandier, G., En ballon pendant le siège de Paris. Paris 1871.
313. — — Les ballons dirigeables. Paris 1872. (M. A.)

314. Tissandier, G., Le grand ballon captif à vapeur de M. Giffard.
315. — — Application de l'éléctricité à la navigation aérienne. Paris 1884.
316. — — Deux conferences sur les aérostats et la navigation aérienne. Paris 1884.
317. — — La Nature, No. 589 et 590 (Le ballon de Meudon). Paris 1884.
318. — — Les aérostats et la navigation aérienne. Paris illustré 1885, Jan.
319. — — Le problème de la direction des aérostats. Paris 1883.
320. — — Les ballons dirigeables. Paris 1885. (M. A.)
321. Turnor Hatton, Astra Castra. London 1865.

U und V.

329. Valerius, Hundert Jahre der Luftschifffahrt. (Gartenlaube No. 13, 1882.)
330. Verne, J., Fünf Wochen im Ballon. Deutsch von Lion. Wien 1875.
331. Viehringer, Dr., Die mechanischen Arbeitsleistungen und das Perpetuum mobile. Nördlingen 1875.
332. Vedette, Oesterr.-Ungar. Militair-Zeitung, No. 99 und 104 von 1884, No. 1, 3, 5, 10, 11, 12 und 13 von 1885. Enthält: Lenkbarer Flugapparat von Ingenieur Platte.)

W.

333. Waeber, R., Grundriss der Meteorologie. Leipzig 1878.
334. Wellner, G., Ueber die Möglichkeit der Luftschifffahrt. Brünn 1883.
335. — — Das keilförmige Unterseeboot oder Fischboot. 1884. (In der Mappe.)
336. Weinholz, Dr. W., Luftschifffahrt und Maschinenwesen. Braunschweig 1835.
337. Wigand, C., Civil-Ingen., Zur Frage der freien Konkurrenz im Gasmotorenbau. Hannover.
338. Wise, John, A System of Aeronautics. Philadelphia 1850.
339. Was Ihr wollt. Heft 3. 1885. (Enthält: Luftschifferisches von E. Schmitt.)

X und Y.

340. Yon, M. J. Gabriel, Note sur la Direction des aérostats. Paris 1880.

Z.

341. Zachariae, Die Elemente der Luftschwimmkunst. Wittenberg 1807.
342. — — Geschichte der Luftschwimmkunst. Leipzig 1823.
343. Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förder. d. Luftschifffahrt. Jahrg. I. 1882.
344. „ „ „ „ „ „ II. 1883.
345. „ „ „ „ „ „ III. 1884.
346. „ „ „ „ „ „ IV. 1885.

Ausserdem an Tableaux, Zeichnungen etc.:

1. Brissonet, Liste des ballons sortis de Paris pendant le siège 1870—71.
2. Dieuaide, Tableau de l'Aviation (siehe No. 65).

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Alte Jacob-Strasse 134.
Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

IV. Jahrgang. **1885.** **Heft V.**

Meteorologische Einflüsse auf die Steigkraft oder den Auftrieb von Aërostaten.

Nach einem Vortrage des Herrn Major **Buchholtz.**

Es ist schon früher darauf hingewiesen worden, dass die Steigkraft von freien Ballons sehr häufig und zwar ungemein schnell wechselt. Man hat diese Beobachtung beim Passiren von Wäldern und Gewässern gemacht, aber auch Fälle registrirt, in welchen eine derartige Einwirkung der Erdoberfläche nicht vorlag. In letzteren Fällen suchte man die eigenthümliche Erscheinung auf eine plötzliche Erwärmung bezw. Abkühlung des Gases im Ballon zurückzuführen und glaubte hiermit um so mehr das Richtige getroffen zu haben, als sich die Thatsache selbst vornehmlich bei bewölktem Himmel bemerklich machte.

Durch die im vorigen Jahre vom Professor Douglas Archibald, vergl. Meteorologische Zeitschrift 1885, Heft II, bezw. Heft II, Seite 60 der Zeitschrift des Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, bei Versuchen mit Drachen gemachten ähnlichen Beobachtungen, wird nun die soeben angeführte Annahme vollkommen widerlegt, da der directe Einfluss der Wärme oder Kälte auf Drachen nicht anzunehmen ist. Man muss darnach der Ansicht des Professor Archibald zustimmen, dass gewisse, allerdings durch die Erwärmung erzeugte Bewegungen der Luft vorhanden sind, die sehr wesentlich den Auftrieb des Ballons beeinflussen. Diese Bewegungen der Luft lassen dann aber auch das von Theoretikern oftmals zur Fortbewegung von Aërostaten in Vorschlag gebrachte

und angeblich genau zu bemessende Steigen und Sinken des Ballons als ein sehr zweifelhaftes Fortbewegungsmittel erscheinen.

Unsere von den Sonnenstrahlen erwärmte Erdoberfläche ist bekanntlich und besonders in der wärmeren Jahreszeit für die Nacht unser Wärmereservoir. Es ist ferner bekannt, dass bei vollkommen bedecktem Himmel die Abkühlung der Luft eine weit geringere ist, als bei vollkommen klarem Himmel, da die aufsteigende Wärme auf den Raum zwischen der Erdoberfläche und den Wolken beschränkt bleibt.

Es findet also unzweifelhaft, so lange die Wärmeausstrahlung der Erdoberfläche dauert, ein kontinuirlich aufsteigender Luftstrom statt, der bei stärker erwärmten Flächen ein grösserer ist, als bei denen, welche weniger Wärme ausstrahlen, wie Wald- und Wasserflächen. Viele lokale Luftbewegungen in der Nähe von Gebirgen, an der Meeresküste u. s. w. sind schon seit langer Zeit auf diese Weise erklärt worden, doch erscheint es geboten, hierauf zurückzukommen, um die eingangs erwähnten Beobachtungen zu erklären.

Bei beiden Extremen, vollkommen klarer Luft und vollständig und zwar gleichmässig bewölktem Himmel, ist die gedachte Luftbewegung durchaus gleichmässig und wird nur durch die verschieden starke Erwärmung beeinflusst. Andere Verhältnisse werden indessen bei bewölktem Himmel mit ziehenden grösseren Wolkenmassen eintreten müssen; es ergeben sich da Unregelmässigkeiten, die bei Gewittern in eklatantester Weise zum Ausdruck kommen und, wie ich glaube, für die Aëronautik von ausserordentlicher Bedeutung sind.

Nach dem Vorhergesagten ist unzweifelhaft anzunehmen, dass eine grössere Wolkenmasse dem aufsteigenden Luftstrom ein Hinderniss bieten wird, während derselbe in den Zwischenräumen ungehindert aufsteigen kann. Da nun bei ziehenden Wolken eine, wenn auch nur geringe, seitliche Luftbewegung angenommen werden muss, wird kein senkrechtes, sondern ein mehr oder weniger mit der Windrichtung geneigtes Aufsteigen stattfinden und damit schwebenden Körpern eine höhere als die absolute Steigkraft verliehen werden. Tritt in der Aufwärtsbewegung dagegen eine Unterbrechung ein, so wird auch der Auftrieb eines Ballons auf die absolute Tragfähigkeit des Füllungsgases beschränkt und er wird entsprechend sinken.

Beim Vorhandensein grösserer Flächen, wie Wald und Wasser, mit keinem oder nur geringem aufsteigenden Luftstrom, ist sogar ein Ausgleich, d. h. eine beschränkte Luftbewegung in entgegengesetzter Richtung, also nach der Erdoberfläche zu gerichtet, nicht unwahrscheinlich und würde sich damit das früher erwähnte starke Sinken von Ballons über Wald und Wasser noch mehr erklären lassen. Doch betrachten wir nochmals die Beobachtung des Prof. Archibald, um zu ermitteln, ob dieselbe sich auf die vorher gemachten Annahmen würde zurückführen lassen. Archibald sagt: „Wenn eine Wolke (cumulus und cumulo stratus) herankam, stieg der Drachen häufig, bis die Schnur einen Winkel von 60° und mehr bildete; aber je mehr er steigt, desto schwächer wird sein Zug; in der That liegt der Drachen dann auf

seiner Vorderseite, und da er dabei fast seine ganze horizontale Zugkomponente verliert, wächst die Krümmung der Schnur sehr schnell. Nach dem Vorübergehen einer solchen Wolke war häufig die anscheinende Existenz einer absteigenden Strömung zu bemerken, welche den Drachen veranlasste, herabzusinken, während der Zug an der Schnur zunahm.“

Wenn das Aufsteigen der Luft unzweifelhaft durch eine vorüberziehende Wolke behindert wird, so dürften meines Erachtens zwei Annahmen zulässig sein.

Erstens: Die Wolke reisst den aufsteigenden Luftstrom mit sich fort; dann findet unmittelbar vor derselben ein verstärktes Aufsteigen statt, welches sich dem entsprechend auf den darunter befindlichen Aërostaten äussert und dem Letzteren einen erhöhten Auftrieb giebt.

Zweitens: Nach den experimentellen Versuchen des Dr. Vettin über auf- und absteigende Luftströmungen (vergl. Mai-Juni-Heft, Jahrgang 1884, der Meteorologischen Zeitschrift) würde aber die aufsteigende Luft von der Wolke nicht mit fortgerissen, sondern nur gestaut werden, und damit eine Reaktionsbewegung verbunden sein. In diesem Falle müssten wir eine entsprechende Abkühlung der aufsteigenden warmen Luft durch die Wolke annehmen und dies erscheint mir deshalb zweifelhaft, weil zugleich die Wolke selbst eine fortgesetzte Erwärmung erfahren und folglich sicher verändert werden müsste.

Bei grösseren Revolutionen in der Atmosphäre, d. h. bei Gewitterböen, treten solche Erscheinungen im verstärkten Maasse hervor und geben uns Gelegenheit, sie leichter zu beobachten und zu studiren. Ich nehme deshalb Bezug auf einen Aufsatz von M. Möller in Hamburg, der im Mai-Juni-Heft 1884 der Metereolog. Zeitschrift publicirt wurde und wiederum neue Gesichtspunkte zur Erklärung der früher besprochenen Vorgänge bietet. Möller äussert sich über ähnliche Beobachtungen wie folgt:

> An der Küste und zumal bei Segelfahrten beobachtet man, dass fast jedes aufziehende, begrenzte Gewölk den Wind anfacht. Im August 1880 glaubte ich die Erklärung dieser Erscheinung in dem Gegensatz der beiden Lufttemperaturen gefunden zu haben, welche einerseits im weiten Umfange ausserhalb einer Wolke und andrerseits in dem Raum unterhalb einer Wolke sich ausbilden. Hierbei nahm ich an, dass der Temperatur-Gegensatz vorwiegend durch die Wirkungen der Sonnenstrahlen und die Schattenwirkung der Wolke hervorgerufen werde. Derzeit schrieb ich folgende nicht veröffentlichte Notiz: Die Schatten der Wolken erzeugen lebhafte Winde, welche, stossweise wirkend, Böen benannt sind und den Strichregen der Kumulus-Wolke begleiten. Wenn am frühen Morgen bei feuchter Atmosphäre einzelne lose Wolkengruppen am Himmel schwimmen, dann bewirkt die aufgehende Sonne eine Umbildung der Schicht- oder Nebelwolke in Haufengewölk, da die Sonnenstrahlen vom Nebel

absorbirt werden und die Wolke sich durch den Einfluss ihrer Erwärmung hebt, die Luftmasse der Wolke expandirt, neue Kondensation eintritt und die aufsteigende Luft als das rundlich geformte Haupt einer Kumulus-Wolke in Erscheinung tritt. Die sich stets ausgleichende, geringe Luftverdünnung in und unter der relativ wärmeren, also leichteren Kumulus-Wolke verschwindet nach unten hin, da die im Schatten befindliche Luft kühler bleibt, als seitlich davon die durch Sonnenstrahlen erwärmte Luft ausserhalb des Wolkenschattens. Der Luftdruck unter der Wolke wächst in der kühleren Luft schneller gegen den Erdboden, als im äusseren Raum und erzeugt daher unter dem Gewölk in der Tiefe ein kleines Druckmaximum. Das letztere bewirkt über dem Erdboden ein nach allen Richtungen stattfindendes Auseinanderfliessen der Luft und damit in Verbindung ein Fallen der kühleren Luftmassen im Schattenbereich der Wolke. In der Richtung der fortschreitenden Bewegung des Gewölkes addirt sich eine solche durch das kleine Druckmaximum erzeugte Luftströmung zur Stärke des herrschenden Windes, während auf der Rückseite der vom Wolkenschatten ausgehende Wind dem herrschenden Tageswinde entgegen gerichtet ist und daher der Beobachter nur die Differenz beider verspürt. Beträgt z. B. die Geschwindigkeit des herrschenden Windes 8 Meter in der Sekunde, die relative Geschwindigkeit des unter der Wolke auseinander fahrenden, abwärts fallenden kalten Windes in Bezug auf die Wolke am Vorderrande 4 Meter nach vorwärts und am Hinterrande 4 Meter rückwärts, dann erhalten wir vor der Wolke $8 + 4 = 12$ Meter und hinter der Wolke $8 - 4 = 4$ Meter Windgeschwindigkeit. Ersterer Wind, dem Quadrat aus den Geschwindigkeiten entsprechend, ist 9mal so stark als letzterer. Aus diesem Grunde kann eine mit Sturmwind emporziehende Wolke unmittelbar nach ihrem Vorübergange Windstille im Gefolge haben. —

Diese Erklärung für die Entstehungsursache böiger Winde vertrat ich nicht weiter, weil der Umstand, dass Sturmböen auch Nachts eintreten können, beweist, wie ausser den auf die Wirkung der Sonnenstrahlen zurückgeführten Einflüssen noch andere Ursachen für die Erzeugung der Stosswinde bestehen müssen und mir der Nachweis fehlte, dass solche den böigen Wind erzeugende Temperatur-Gegensätze auch auf andere Weise als durch Insolation und Schattenwirkung entstehen können.

Wir finden in diesen Annahmen, wie ich glaube, für die Archibald'schen Beobachtungen keine zutreffende Erklärung, dennoch meinte ich, sie erwähnen zu müssen, da sie immerhin von gleichen Vorgängen ausgehen.

Der Verfasser geht dann zur Besprechung einer von Dr. Köppen beobachteten und in der Meteorologischen Zeitschrift bildlich veranschaulichten

Gewitterböe über. Nach dem Bilde bewirkt der von dem Hauptgewölk niederstürzende Regen, den Untersuchungen des Autors gemäss, einen fallenden Luftstrom, durch welchen Luft aus der Höhe, also aus Gebieten geringen Luftdruckes, hinab in die Gebiete höheren Luftdruckes geführt wird, woselbst diese Luft, durch Kompression erwärmt, relativ trocken erscheint und keine Wolkenbildung zulässt, vielmehr etwa vorhanden gewesene Wolkenfetzen auflöst und jegliche Nebeltheilchen verdampft. Ueber dem fallenden Luftstrom, der den Böesturm ausmacht, spannt sich in grosser Höhe die Regenwolke nach Art eines weiten Gewölbes. Besonders vor der Wolkengruppe und zum Theil auch hinter derselben, ausserhalb des Bereiches eines fallenden Luftstroms, ist die Atmosphäre mit losen Nebeln erfüllt, welche als breiter, wulstartiger Kragen den Raum, wo Regen fällt, auf dessen Vorderseite umfassen und den Rand des aufsteigenden Luftstroms andeuten. Bevor also der eigentliche Regenguss beginnt, verfinstern die tiefhängenden Wolkenmassen den Himmel. Der Wolkenkragen zieht vorüber und nun bricht trotz des zunehmenden Himmelslichtes der Regen herein; dies geschieht in dem Moment, sobald der schräg abwärts fallende Luftstrom uns erreicht, welcher Letzterer die tieferen Wolken absorbirt, also vernichtet.

Eine dem entsprechende Beobachtung hat übrigens Herr Opitz zu Pfingsten v. J. gemacht.

Der ewige Ausgleich zwischen warmer und kalter Luft in der Atmosphäre muss die verschiedenartigsten, oft gewiss schwer zu erklärenden Bewegungen erzeugen, die unzweifelhaft für die Luftschifffahrt von grosser Bedeutung sind, besonders aber in den Höhen, in welchen Ballons sich fortbewegen, in nächster Nähe der Wolken, wo jene in dem vorliegenden Falle am sichersten zu beobachten sein werden.

Jedenfalls befand sich der Drachen des Professor Archibald so tief unter den Wolken, dass die Ursachen der von ihm beobachteten Erscheinungen nicht mit Sicherheit zu erklären sind und weitere sorgfältige Untersuchungen erfordern, die wohl nur vom Ballon aus gemacht werden können.

Hierzu möchte ich durch mein heutiges Referat eine weitere Anregung geben, da den Herren Luftschiffern gerade bei ihren freien Fahrten oft Gelegenheit geboten wird, solche Untersuchungen vorzunehmen, und zwar durch einfache Mittel, wie kleine Ballons, Fallschirme, Papierschnitzel, leichte Bänder aus Seidenpapier u. s. f. Wie mannigfach die Bewegungen und Strömungen in der Atmosphäre sind, davon gab erst vor Kurzem eine freie Fahrt des Herrn Opitz ein Beispiel. Ein kleiner Fallschirm begleitete längere Zeit den Ballon, wie ein Trabant, plötzlich entfernte er sich in entgegengesetzter Richtung, um nach einiger Zeit wieder neben dem Ballon zu erscheinen.

Jedenfalls besitzt der umfangreiche Ballon eine grössere Trägheit, als der kleine Fallschirm aus Seidenpapier; beide treiben mit der grossen Strömung, sie schwimmen neben einander. Wenn nun der leichte Fallschirm plötzlich eine andere Richtung einschlägt, so kann meines Erachtens der

Grund nur eine entgegengesetzt wirkende, vielleicht ganz unbedeutende Zweigströmung sein, die sich später in dem Hauptstrome verlor. Dennoch bleibt es immer noch zu erklären, wie es dem Fallschirm möglich wurde, den vom Ballon erlangten Vorsprung wieder einzuholen. Vielleicht haben wir auch in der Atmosphäre in der Nähe verschiedener Strömungen kleinere Luftstrudel, die sonst kaum bemerkbar, aber immerhin im Stande sind, einen kleinen Fallschirm mit sich zu führen. Wir beobachten ja an der Erdoberfläche häufig solche Wirbel, die oft nur dem leichten Staube ihre Bewegung mitzutheilen vermögen, in einzelnen Fällen aber selbst Bäume entwurzeln. Dieselben werden sich unzweifelhaft nach oben hin fortsetzen und entsprechend erweitern und es ist damit vielleicht möglich, die angeführte Beobachtung zu erklären.

Jedenfalls zeigen alle derartigen Vorkommnisse, dass der Luftschiffer mit weit verschiedenartigeren Bewegungen zu rechnen hat, als der Seefahrer, und dass vor Allem im Gebiet der Luft bisher nicht so ausreichende Erfahrungen gesammelt worden sind, als auf der See.

Im diesjährigen Heft II. (Seite 60) unserer Zeitschrift ist schon auf die Ermittelungen des Prof. Archibald über die Zunahme der Windstärken nach oben hingewiesen worden. Hierbei kommt derselbe zu dem Resultat, dass, während die Geschwindigkeit mit der Höhe zunimmt, das Maass derselben nach einer Höhe von 60—100 Meter schnell abnimmt und zwar im Verhältniss von $\frac{1}{3}, \frac{1}{5}, \frac{1}{16},$ so dass wir vielleicht in höheren Regionen wieder eine ruhige und sehr gleichmässige Strömung finden, wenigstens in der Zeit der Luftbewegung, die durch die Erwärmung bezw. Ausstrahlung erzeugt wird, wie die vorherrschenden der Sommermonate, welche zwischen 9 und 10 Uhr Vormittags beginnen. Hoffentlich bringen uns auch hierüber die weiteren Untersuchungen des Prof. Archibald mehr Aufschluss.

Ueber Windgeschwindigkeit.

Auf der Montrealer Versammlung der British Association berichtete Prof. E. D. Archibald über Experimente, welche er über Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen mit Hülfe von durch Drachen gehobene Briam'sche Anemometer angestellt hat. Da die Experimente mit grosser Sachkenntniss nicht nur in meteorologischer, sondern auch in technischer Hinsicht ausgeführt sind, so erscheint die Mittheilung der Resultate wohl angezeigt, zumal da Experimente dieser Art sehr schwierig auszuführen sind und Professor Archibald dieselben mit merkwürdigem Scharfsinn, grosser Vorsicht und besonderer Geschicklichkeit geleitet hat.

Den Berechnungen ist die Formel $\frac{V}{v} = \left(\frac{H}{h}\right)^{1/4}$ zum Grunde gelegt, worin V, v, H, h die Geschwindigkeiten pro Minute in den verschiedenen

Höhen in Fussen bezeichnen. Der Observationsplatz lag 500 Fuss über dem Meeresspiegel. Die Resultate von 23 verschiedenen Versuchen, die zwischen Mittag und 5 Uhr Nachmittags, d. h. etwas später als der Landwind sein Maximum erreicht hat, ausgeführt wurden, sind mitgetheilt. Versuche während der Nachtzeit haben ergeben, dass die Windgeschwindigkeit dann noch grösser wie am Tage war. Die Windgeschwindigkeit wächst stets mit der Höhe, doch im abnehmenden Maasse und ist nicht von der Windrichtung abhängig, wie folgende Ermittelungen zeigen:

Windrichtung	Ausgeführte Experimente	H Fuss	V Fuss	h Fuss	v Fuss	Abgeleiteter Exponent
NO.	2	450	1586	193	1356	1/5
NW.	5	333	1499	121	1155	1/4
SW.	7	346	1958	193	1684	1/4
SO.	7	344	1716	162	1369	1/3
NO.	5	562	1840	274	1735	1/9

Professor Archibald hält sich nach seinen Versuchen berechtigt, anzunehmen, dass für die Höhen unter 400 Fuss der Exponent in Wirklichkeit 1/4 ist und dass die Windgeschwindigkeiten nur als Funktionen der Höhen zu betrachten sind.

Von der Ebene bis zu einer Höhe von 100 Fuss nimmt die Windgeschwindigkeit rapide zu; der Grad der Zunahme vermindert sich jedoch bei den nächsten 100 Fuss und fällt weiter bis zur Höhe von 400 Fuss; jenseits letzterer Höhe wird die Windgeschwindigkeit anscheinend nicht mehr durch die Terrainkonfiguration beeinflusst.

Die beobachteten Winde müssen Geschwindigkeiten von 10—25 Meilen in der Stunde gehabt haben. Die Benutzung der Drachen zu derartigen Experimenten und Versuchen, namentlich bei starken Winden, dürfte wegen der Schwingungen schwierig und sehr bedenklich sein, da dadurch die Registrirungen der Anemometer störend beeinflusst werden.

(Z. d. V. D. E.-V.)

Ueber zwei Bestimmungsmethoden der Atom- und Molecülvolumina.

Von **Rudolf Mewes.**

(Schluss.)

Die Kolumne III. ist aus zwei Gründen berechnet worden, nämlich erstens, weil Forscher, wie Kopp, Meyer und Mendelejeff, bei ihren Berechnungen Wasser als Maasseinheit benutzt haben, zweitens aber weil die spezifischen Gewichte gleichfalls auf Wasser bezogen werden. Will man nun die beobachteten spezifischen Gewichte zur Prüfung der theoretisch gefundenen Molecülvolumina gebrauchen, so kann dies nur geschehen, indem

man mit Hülfe der Formel $V = \frac{G}{d}$ oder $d = \frac{G}{V}$ durch Einsetzen des Werthes von V, bezogen auf Wasser als Einheit, d berechnet und mit der beobachteten Dichtigkeit d_6 vergleicht. Diese Vergleichung ist in den Kolumnen IV, V und VI durchgeführt. Das Resultat dieser Vergleichung ist, dass die berechneten d im Durchschnitt grösser sind, als die beobachteten. Nun sind aber die Dichtigkeiten d_6 in der Regel bei 0^0 oder noch höherer Temperatur bestimmt, also bei Temperaturen, wo die betreffenden Flüssigkeiten noch nicht alle das Maximum der Dichtigkeit erreicht haben; die theoretisch gefundenen d sind aber für diesen Spezialfall ermittelt, folglich müssen die letzteren im Durchschnitt um einen gewissen Bruchtheil grösser sein, als die ersteren. Wenn die zur Berechnung des spezifischen Gewichts benutzten Molecülvolumina richtig sind, so muss die Differenz zwischen der theoretisch gefundenen und der bei 0^0 oder höherer Temperatur gemessenen Dichtigkeit gleich sein dem Unterschiede dieser letzteren und der Dichtigkeit der Stoffe im Maximum der Dichte. Da mir die nöthigen Beobachtungsthatsachen in dieser Hinsicht nicht zu Gebote stehen, so muss ich darauf verzichten, die experimental bestimmten Dichtigkeiten demgemäss abzuändern, um dann aus den Differenzen zwischen diesen spezifischen Gewichten im Maximum der Dichte und den dafür von mir ermittelten Werthen den Grad der Genauigkeit und Richtigkeit meiner Theorie ersehen zu lassen. Indessen ist diese nebensächliche Korrektur vorläufig nicht unbedingt erforderlich, denn eine grosse Zahl der betrachteten Flüssigkeiten befindet sich bereits bei 0^0 in der Nähe des Maximums der Dichtigkeit und gerade bei diesen Substanzen haben sich zwischen den Resultaten der Theorie und der Beobachtung so geringe Abweichungen ergeben, dass dieselben noch innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegen. Es dürfte dies ohne Bedenken Anwendung auf alle Stoffe finden, bei denen die Abweichung den Werth 0,05 noch nicht erreicht. Schon hierdurch wäre die Richtigkeit der benutzten Methode, die Molecülvolumina zu bestimmen, hinreichend dargethan, selbst wenn mit Hülfe der Tabelle der Ausdehnungscoëfficienten, welche Wüllner im dritten Bande seiner Experimentalphysik auf Seite 85 und 86 für eine grössere Anzahl von Flüssigkeiten zusammengestellt hat, nicht die spezifischen Gewichte der betreffenden Flüssigkeiten im Maximum meistens so gefunden würden, dass sie bis zur dritten Decimalstelle mit meinen Werthen übereinstimmen. Indessen nicht diese durch Rechnung, sondern nur die durch Versuche zu bestimmenden Werthe können endgültig über die Richtigkeit der berechneten Zahlen entscheiden. Zu den Werthen für das Molecülvolumen V (H_2O_2) und V (H_2O) habe ich noch zu bemerken, dass bei deren Bestimmung V (O) nur halb so gross gewählt ist, weil das Molecül O in diesen Flüssigkeiten wegen der andersartigen Verknüpfung der Atome zu Molekeln wirklich keinen grösseren Raum einnimmt. In den Beispielen 59—62 habe ich theilweis auch für C und O den halben Werth des Molecülvolumens wählen müssen, also

annähernd den, welchen der Kohlenstoff im Diamantzustande besitzt. Es ist daher höchst wahrscheinlich, dass gerade diese Flüssigkeiten diamantartigen Kohlenstoff enthalten und darum ein starkes Lichtberechnungsvermögen besitzen; authentische Angaben jedoch liegen mir darüber nicht vor. Uebrigens dürfte eine eingehendere Untersuchung dazu veranlassen, in allen den Fällen, wo die Abweichung der beobachteten Dichtigkeit von der theoretischen grösser als — 0,05 ist, anzunehmen, dass ein oder zwei Radikale der Verbindung in andersartiger Weise ihre Atome zu Molekeln verknüpft haben, als dies in der Regel der Fall ist. Die Berechtigung zu dieser Annahme brauche ich wohl nicht besonders zu begründen; sie entspricht ja vollständig, ja ist identisch mit der von Kopp vertretenen Ansicht, dass beispielsweise der Sauerstoff sowohl das Molecülvolumen 12,2 als auch 7,8 haben könne, je nach der Verknüpfungsart der Atome. Auch den Beweis dafür, dass die von mir angenommenen Zahlenwerthe auch für den letzteren Fall richtig sind, muss ich noch schuldig bleiben, weil ich denselben theoretisch nur mit Benutzung der räumlichen Gestalt der Atome selbst, welche in allen Metamorphosen dieselbe bleibt, streng führen zu können glaube, meine diesbezüglichen Studien aber noch nicht zum Abschluss gekommen sind.

Betreffs der drei für das Wasserstoffpersulfid berechneten Dichtigkeiten in den Beispielen 112—114 muss ich noch bemerken, dass die drei durch jene Formeln ausgedrückten Verbindungen des Schwefels mit dem Wasserstoff sämmtlich existiren können, dass also Thénard, Ramsay und Hofmann in ihren Untersuchungen ganz verschiedene Verbindungen analysirten. Ist dies der Fall, so müssen die spezifischen Gewichte der betreffenden Verbindungen im Maximum der Dichte folgende sein, nämlich für $H_2 S_2$: $d = 1{,}48$, für $H_2 S_3$: $d = 1{,}6121$, für $H_2 S_7$: $d = 1{,}83$. Ist hingegen das spezifische Gewicht des auf verschiedenem Wege dargestellten Wasserstoffpersulfids stets dasselbe, so kann man aus der Grösse des spezifischen Gewichts einen sicheren Schluss auf die chemische Zusammensetzung der Verbindung machen. Nun hat von Gorup-Besanez in seinem Lehrbuch der Chemie, Bd. 1, S. 180, das spezifische Gewicht des Doppelt-Schwefelwasserstoffs gleich 1,769 angegeben. Da jedoch, wie es daselbst heisst, keine absolut reine Flüssigkeit zur Gewichtsbestimmung benutzt worden war, so dürfte demgemäss, da eine Verunreinigung wohl nur von Schwefel herrühren konnte, das ermittelte spezifische Gewicht etwas zu gross und der wahre Werth dafür $= 1{,}6121$ sein, also die Auffassung Herrn Professor Hofmanns die richtige sein, dass Wasserpersulfid die Formel $H_2 S_3$ habe. Bezüglich dieser Frage sagt Richter im „Lehrbuch der anorganischen Chemie“, Bonn 1881, auf Seite 114: „Es ist wahrscheinlich, dass die bei der Darstellung des $H_2 S_2$ erhaltene ölige Flüssigkeit aus einem Gemenge von $H_2 S_2$, $H_2 S_3$ und $H_2 S_5$ besteht. Wenigstens muss man schliessen, dass in dem Gemenge $H_2 S_3$ enthalten, da derselbe mit Strychnin eine krystallinische Verbindung eingeht“. (Crf. Ber. Deutsch. Chem. Ges. 1, 81.) Auch Richter neigt also zur Annahme der Existenz von $H_2 S_3$. Würde seine Ansicht die

richtige sein, dass die erhaltene Flüssigkeit eine Mischung aus $H_2 S_2$, $H_2 S_3$ und $H_2 S_5$ sei, so müsste nach meiner Theorie das spezifische Gewicht derselben im Maximum der Dichte = 1,651087 sein, also wenig grösser als das für $H_2 S_3$ gefundene. Indessen halte ich es für wahrscheinlicher, dass die ölige Flüssigkeit aus einer Mischung von $H_2 S_3$ und S besteht. Genaue Dichtigkeitsbestimmungen werden eine Entscheidung über diese Frage herbeiführen können. Hat das Beispiel des Wasserstoffpersulfids für mich hohes Interesse gewonnen, insofern es die Möglichkeit gewährt, die Frage nach der Zusammensetzung dieser Verbindung endgültig zu entscheiden, so dürfte dasselbe auch noch in der Hinsicht sehr bemerkenswerth sein, dass es die Genauigkeit und Schärfe zeigt, welche dies Bestimmungsmittel der Zusammensetzung von chemischen Verbindungen gestattet. Der Aenderung des grösstmöglichen spezifischen Gewichtes von 1,48 in 1,6121, also der Zunahme von 0,1321 entspricht der Uebergang der Zusammensetzungsformel $H_2 S_2$ in $H_2 S_3$ und dem ferneren Wachsen der Dichtigkeit um 0,2179 die Verwandlung der Formel $H_2 S_3$ in $H_2 S_7$. Es ist nämlich im vorliegenden Falle:

$$1{,}48 = \frac{31{,}98 \,.\, 2 + 1 \,.\, 2}{15{,}6 \,.\, 2 + 6{,}97716 \,.\, 2}, \quad 1{,}6121 = \frac{31{,}98 \,.\, 3 + 1 \,.\, 2}{15{,}6 \,.\, 3 + 6{,}97716 \,.\, 2},$$

$$1{,}83 = \frac{31{,}98 \,.\, 7 + 1 \,.\, 2}{15{,}6 \,.\, 7 + 6{,}97716 \,.\, 2}$$

oder wenn man das Wasserstoffpersulfid durch die allgemeine Formel $H_x S_y$ dargestellt denkt

$$1{,}48 = \frac{31{,}98 \,.\, y + 1 \,.\, x}{15{,}6 \,.\, y + 6{,}97716 \,.\, x}, \quad 1{,}6121 = \frac{31{,}98 \,.\, y + 1 \,.\, x}{15{,}6 \,.\, y + 6{,}97716 \,.\, x},$$

$$1{,}83 = \frac{31{,}98 \,.\, y + 1 \,.\, x}{15{,}6 \,.\, y + 6{,}97716 \,.\, x}.$$

Mittelst jeder einzelnen dieser drei Gleichungen kann man gegebenen Falls den Werth des Quotienten $\frac{y}{x}$ und damit die chemische Formel der betreffenden Verbindung finden. Beispielsweise möge die Rechnung für die mittlere Gleichung an dieser Stelle durchgeführt werden. Es ist

$$1{,}6121 = \frac{x\,(31{,}98 \,.\, \frac{y}{x} + 1)}{x\,(15{,}6 \,.\, \frac{y}{x} + 6{,}97716)},$$

also $1{,}6121 \,.\, 15{,}6 \,.\, \frac{y}{x} + 1{,}6121 \,.\, 6{,}97716 = 31{,}98 \,.\, \frac{y}{x} + 1$ und daraus

$$\frac{y}{x} = \frac{1{,}6121 \,.\, 6{,}97716 - 1}{31{,}98 - 1{,}6121 \,.\, 15{,}6} = 1{,}50004,$$

$$\frac{3}{2} = 1{,}5000,$$

folglich $\frac{y}{x} = \frac{3}{2}$, also $y = 3$, $x = 2$, da y und x nur ganze Zahlen sein können.

Für diesen Fall muss man also dem Wasserstoffpersulfid die Formel $H_2 S_3$ geben. Schwankt aber die Zusammensetzung innerhalb der Formeln $H_2 S_7$ und $H_2 S_{10}$, wie Ramsay durch Versuche fand, so muss das grösstmögliche spezifische Gewicht als Funktion des Quotienten $\frac{y}{x}$ zwischen dem Werth 1,83 und 1,893 schwanken; man kann also die obige Formel auch bei Flüssigkeitsmischungen zur Ermittelung der Mengenverhältnisse der mit einander vermischten Flüssigkeiten verwerthen, wenn man das spezifische Gewicht der Mischung kennt. Allgemeiner lassen sich diese Resultate wie folgt formuliren. Nach der Formel $s = \frac{a y + b x}{a_1 y + b_1 x}$, worin a und b die Moleculargewichte, a_1 und b_1 die Molecülvolumina der beiden mit einander vermischten Flüssigkeiten bezeichnen, kann man das spezifische Gewicht s der Mischung im Maximum der Dichte berechnen, wenn die prozentische Zusammensetzung gegeben ist; umgekehrt kann man aber auch, wenn man die Formel $s = \frac{a y + b x}{a_1 y + b_1 x}$ nach $\frac{x}{y}$ auflöst, mit Hülfe der Formel $\frac{x}{y} = \frac{a - a_1 s}{b_1 s - b}$ bei gegebenem s die prozentische Zusammensetzung der Mischung berechnen, auf die es in der Praxis gewöhnlich ankommt. In der organischen Chemie, in der die Stoffe sich durch Temperaturerhöhung leicht zersetzen und darum die Feststellung der Molecularformel mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft ist — ich erinnere an die Untersuchungen Würtz' über das Bromwasserstoff-Amylen — dürfte das eben verwerthete Hülfsmittel, dieselbe zu bestimmen, bald reichliche Früchte tragen, denn die Messinstrumente für die Bestimmung der spezifischen Gewichte haben in Folge der Wichtigkeit, welche diese Grössen schon längst für die praktische Chemie besassen, eine solche Feinheit erlangt, dass die Dichtigkeitsbestimmungen, welche bis zur dritten Decimalstelle richtig sind, sich bequem ausführen lassen. — Eine weitere Bestätigung für die Richtigkeit der gefundenen Ergebnisse kann man sich aus den Untersuchungen verschaffen, in welchen Kopp diesen Gegenstand behandelt hat. Da Kopp die Molecülvolumina mit Bezug auf den Dichtigkeitszustand beim Siedepunkt der Flüssigkeiten bestimmte, so müssen dessen Werthe von den in Kolumne III aufgestellten verschieden, und zwar, wie es auch der Fall ist, stets grösser sein, weil die Dichtigkeit beim Siedepunkt kleiner ist, also der Quotient $\frac{G}{d} = V$ einen grösseren Werth erhält. Aus diesem Grunde habe ich es unterlassen, die von Kopp gefundenen Werthe näher mit den meinigen zu vergleichen. Hingegen muss die direkte Bestimmung des Molecülvolumens der genannten Verbindungen mittelst des verbesserten Boyle'schen Gesetzes dieselben Resultate ergeben, welche auf theoretischem Wege aus dem Molecülvolumen der einzelnen Elemente oder Radikale berechnet sind. Diese Bestimmungsweise ist als Kontrole namentlich für solche Verbindungen anzu-

wenden, in denen ein oder mehrere Elemente nicht im gewöhnlichen, sondern im Krystallzustand enthalten sind. Da jedoch nur für sehr wenige Gase und Dämpfe die Abweichungen vom Mariotte'schen Gesetze bei genügend hohen Drucken und der nöthigen Entfernung der Temperatur vom Kondensationspunkte beobachtet sind, um Resultate daraus ziehen zu können, die von nebensächlichen Einflüssen frei sind, wie etwa die bei niedrigen Temperaturen sich schon bei einem Druck von 1—2 Atmosphären geltend machende Molecularanziehung ist, so habe ich nur für die gasförmigen Elemente und für die einfachsten Verbindungen derselben auf diesem Wege das Molecularvolumen ermitteln können, sodass ich auf eine vollständige Aufstellung der so gefundenen oder zu findenden Werthe zur Kontrole der in der Kolumne II enthaltenen Zahlen vorläufig noch Verzicht leisten muss. Ausser den für sehr hohe Drucke fast immer noch isolirt dastehenden Beobachtungen Natterers, welche in den obigen Berechnungen benutzt sind, dürften wohl von neueren Arbeiten in diesem Gebiete nur diejenigen Amagats wissenschaftliches Gewicht beanspruchen können. Amagat veröffentlichte seine diesbezüglichen Arbeiten in den

Ann. chim. phys. [5] 19, 1880,
„ „ „ „ 22, 1881,
„ „ „ „ 28, 1883

unter dem Titel: „Mém. sur la compressibilité des gaz à des pressions élevées“. Leider sind die Drucksteigerungen von demselben höchstens auf ungefähr 430 Atmosphären ausgedehnt worden, sodass, da das verbesserte Boyle'sche Gesetz gerade erst bei noch um das Doppelte und Mehrfache gesteigerten Spannungen zur rechten Geltung gelangt, die älteren Beobachtungen, obwohl dieselben nicht mit so ausserordentlicher Subtilität als jene angestellt wurden, thatsächlich den Vorzug verdienten. Indessen glaube ich dennoch zur Bestätigung meiner Zahlen auf folgenden Umstand hinweisen zu müssen. Es stehen nämlich die von Amagat a. a. O. gefundenen Werthe der Molecülvolumina von

Hydrogène	0,00078,
Acide carbonique	0,00170,
Éthylène	0,00232,

in dem Verhältniss von 1 : 2,18 : 3, während die aus Natterer's Beobachtungen berechneten Werthe in dem Verhältniss von 1 : 1,94 : 2,7086 stehen. Die geringen Abweichungen zwischen diesen beiden Zahlenreihen sind meiner Meinung nach bedingt durch die höhere Temperatur bei den Beobachtungen Amagat's. Zu dieser Ansicht darf ich mich um so mehr berechtigt halten, weil in ähnlicher Weise Lothar Meyer in seiner Abhandlung über die Molecularvolumina in Lieb. Ann., 5. Suppl., Bd. 1867, S. 143, den Unterschied der Volumina, welche aus der Reibung der Gase und aus der Raumerfüllung der Flüssigkeiten abgeleitet sind, auf Temperaturdifferenzen zurückführt, und diesen Versuch dadurch völlig ausreichend motivirt, dass er die zu Grunde

liegende Annahme als eine nothwendige Folge der kinetischen Gastheorie nachweist. In anderer Hinsicht gewähren aber auch diejenigen Werthe, welche Meyer in der eben angeführten Abhandlung für die Molecularvolumina durch Transpirations-Beobachtungen bestimmt hat, eine höchst wichtige Controle für die dafür von mir theoretisch gefundenen Zahlen. Mit Ausnahme einzelner Beispiele stimmen Meyer's Werthe mit den meinigen ziemlich nahe überein, sind aber, wie dies in der Natur der Sache liegt, in der Regel etwas grösser, weil eben das Molecülvolumen nicht im Zustande absoluter Dichtigkeit bestimmt ist, wie dies von mir geschehen ist. Eine Gegenüberstellung der mittelst der Transpirations-Beobachtungen und derjenigen mit Hülfe des verbesserten Spannungsgesetzes gefundenen Molecülvolumina wird einerseits bei übereinstimmenden Resultaten nur für die Richtigkeit und Schärfe beider Methoden sprechen, andererseits bei grösseren Differenzen auf etwaige Fehler in den Beobachtungen oder Rechnungen hinweisen und deren Ausmerzung herbeiführen. Darum mögen den auf Seite 138 a. a. O. vom Herrn Professor Meyer angegebenen Werthen die meinigen in einer kleinen Tabelle gegenübergestellt und in einer besonderen Reihe die Differenzen der correspondirenden Werthe beigefügt werden.

Tabelle No. II.

I. Stoffe.	II. Meyer.	III. Mewes.	IV. Differenz.
O	13,8	8,58729	+ 5,21271
N O	15,9	20,46311	− 4,56311
CO_2	26,7	22,1186	+ 4,5814
H Cl	24,1	27,977	− 3,877
Cl	44,1	21,0	+ 21,1
SO_2	43,9	32,77	+ 11,13
SH_2	30,0	29,55	+ 0,45
CH_3Cl	48,2	46,8755	+ 1,3245
NH_3	23,6	32,8073	− 9,2073
C_2N_2	55,1	33,63968	+ 21,46032
C_2H_5Cl	66,0	64,7738	+ 1,2262
C_2H_6O	53,8	60,3383	− 6,5383
N	15,3	11,87582	+ 3,42418
C O	15,4	13,53131	+ 1,86869
N_2O	26,7	32,307	− 5,607
CH_4	19,4	32,85286	− 13,45286
C_2H_4	33,6	37,79688	− 4,19688
H_2	6,0	6,97716	− 0,97716

Von besonderer Bedeutung scheint mir der Umstand zu sein, dass gerade für Gase, wie der Wasserstoff, der Stickstoff, der Schwefelwasserstoff und das Kohlenoxydgas, die beiden Methoden, soweit überhaupt möglich, zu sehr übereinstimmenden Resultaten führen; denn gerade für diese schwer condensir-

baren Gase gelten sowohl die Diffusions- als auch die Spannungsgesetze mit grosser Schärfe. Ich würde übrigens die übrigen Resultate, welche Meyer und Schumann durch ihre ausgezeichneten Untersuchungen über die Transpiration der Esterdämpfe erreicht und welche sie in Pogg. Ann. N. F. 13, 1881, veröffentlicht haben, an dieser Stelle noch gerne zur Prüfung meiner Werthe ausführlich benutzen; indessen dies ist nicht unbedingt erforderlich, da Meyer und Schumann, wie sie selbst a. a. O. betreffs ihrer Ergebnisse erklären, für die Molecularvolumina mit Hülfe der Transpirations-Beobachtungen Werthe gefunden haben, welche fast genau halb so gross sind, als die von Kopp dafür empirisch aufgestellten Zahlen; demnach können jene Werthe ebenso wie die von Kopp nur annähernd mit den von mir für das Volumen der Molekeln berechneten Zahlen übereinstimmen. Bei grösseren Abweichungen lässt sich ja auch die Entscheidung über die Frage, ob die von mir berechneten Molecülvolumina richtig sind oder nicht, doch nur dadurch endgültig fällen, dass man für derartige Beispiele das specifische Gewicht der Stoffe im Zustand der praktisch grösstmöglichen Dichtigkeit durch Beobachtung ermittelt und damit die aus meiner Theorie gefolgerten Werthe vergleicht. Da jedoch in dieser Hinsicht nur wenig Beobachtungen vorhanden sind, so ziehe ich vor, diese Vergleichung zu unterlassen und statt dessen noch auf anderem Wege eine Bestätigung für die Richtigkeit der aufgestellten Zahlenwerthe zu suchen.

Dies ist nur möglich durch Rücksichtnahme auf einen andern physikalischen Vorgang, der gleichfalls in functioneller Beziehung zum Atomvolumen steht, nämlich auf das Sieden der verschiedenen Substanzen. Wenn auch alle übrigen physikalischen Erscheinungen in gewissem Sinne vom Atomvolumen abhängig sein müssen, so ist doch nicht gerade immer das Gesetz dieser Abhängigkeit so leicht aufzufinden wie im vorliegenden Falle. Die gefundenen relativen Molecül-, bezüglich Doppel- oder Mehrfach-Atomvolumina stehen nämlich in einfacher gesetzmässiger Beziehung zu den specifischen Factoren der correspondirenden Siedetemperaturen, so dass sich wechselsweise die Molecülvolumina aus den specifischen Factoren, und umgekehrt, diese aus jenen herleiten lassen, also die Zahlenwerthe beider Grössen gegenseitig ihre Richtigkeit verbürgen.

Bevor ich die von Herrn Ulrich Dühring bestimmten specifischen Factoren, welche sich in Herrn Dr. Eugen Dühring's Schrift: „Neue Grundgesetze zur rationellen Physik und Chemie" auf den Seiten 82 und 83 finden, mit den dafür aus dem Molecularvolumen berechneten Zahlen vergleichen kann, muss ich erst eine Kritik des Dühring'schen Gesetzes voraufschicken, welche namentlich auf dem von Herrn Professor Winkelmann aufgestellten Gesetz über das Verhältniss der Dampfspannungen gesättigter Dämpfe zu den entsprechenden Siedetemperaturen und auf den diesbezüglichen experimentellen Untersuchungen des Herrn Prof. O. Schumann beruht. Dühring behauptet: „Von den Siedepunkten beliebiger Substanzen, wie sie für irgend

einen für alle gemeinsamen Druck als Ausgangspunkte gegeben sein mögen, sind bis zu den Siedepunkten für irgend einen anderen gemeinsamen Druck die Temperaturabstände sich gleichbleibende Vielfache von einander." Die Formel für dieses Gesetz lautet, wenn man die Drucke und entsprechenden Temperaturen von einer Atmosphäre aus zählt, $\frac{t' - d'}{t - d} = q$ oder, wenn man Wasser als die eine Substanz wählt, $\frac{t' - d'}{f - 100} = q$.

In anderer Form spricht Dühring dies Gesetz auch noch dahin aus, dass die Temperaturabstände aller Siedepunkte von den Verdampfungsgrenzen bei den verschiedenen Substanzen immer in einem constanten Verhältniss stehen. Ohne erst die hieraus abgeleitete, dem von Winkelmann etwas später aufgestellten Gesetze über die Spannungsquotienten ähnliche Regel zur Beurtheilung heranzuziehen, ist zunächst wegen der directen Beziehung zu den weiter unten folgenden Aufstellungen die von Dühring behauptete Constanz des specifischen Factors näher zu prüfen. Bei dieser Frage muss der Umstand auffallen, dass die aus direct gemessenen Temperaturen für jenen Factor berechneten Zahlen zwar nahezu gleiche Werthe besitzen, aber doch continuirlich mit steigenden Temperaturen abnehmen, respective bei anderen, auch ihrem chemischen Verhalten nach ähnlichen Stoffen stetig wachsen. Bei einer hinreichend grossen Zahl von Messungen hat man aber nun ebenso oft Wahrscheinlichkeit, dass die beobachteten Werthe zu klein, als dass sie zu gross sind; folglich müssen im Allgemeinen ebenso viele Werthe kleiner als grösser sein, wie diejenigen, welche das aus den Messungen abzuleitende Gesetz verlangt. Findet man dagegen, wie hier, dass die gefundenen Werthe, wenn auch theilweis innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler, stets grösser oder kleiner sind, so muss man demnach schliessen, dass das Gesetz nicht genau besteht. Ebenso wie Arago und Dulong diese Vorsicht bei den aus ihren Versuchen gezogenen Schlüssen verabsäumten und dadurch die Erkenntniss der nicht strengen Giltigkeit des Boyle'schen Gesetzes lange Zeit verzögerten, ebenso hat auch Dühring im vorliegenden Falle diese Vorsicht ausser Acht gelassen.

Schon hieraus würde sich ergeben, dass Dühring's Gesetz nicht streng und allgemein giltig ist, selbst wenn die Abweichungen der theoretischen von den beobachteten Werthen die Grenze der Beobachtungsfehler nicht überschritten. Um so mehr ist man also zu diesem Schluss berechtigt, da thatsächlich die zwischen Beobachtung und Rechnung erhaltenen Differenzen diese Grenze bei allen Stoffen in höheren Temperaturen überschreiten, was Herr Professor Winkelmann in seiner Abhandlung „Ueber eine Beziehung zwischen Druck, Temperatur und Dichte der gesättigten Dämpfe von Wasser und einigen anderen Flüssigkeiten", Wied. Ann. N. F. 9, Seite 208 ff., § 15, bewiesen hat.

Zu demselben Resultat ist Herr Professor O. Schumann in seiner Ab-

handlung „Ueber Dampfspannung homologer Ester" in Wied. Ann. N. F. 12, S. 40 ff., gelangt. Wegen der Sorgfalt, welche auf die Reinheit der benutzten Substanzen verwandt wurde, und wegen der zahlreich angestellten Versuche, sind die Resultate Schumann's von besonders grosser Beweiskraft. Es mögen daher die von demselben gegen Dühring erhobenen Einwände hier wörtlich folgen: „Man bemerkt bei sämmtlichen Estern ein Steigen des specifischen Factors mit dem Druck. Die Differenzen nehmen mit dem Moleculargewichte zu und erreichen beim Valeriansäure-Isobutylester 12 pCt., eine Höhe, die weit über die Beobachtungsfehler hinausgeht. Bei den Säuren findet das Umgekehrte statt, bei ihnen fallen die specifischen Factoren mit dem steigenden Drucke. Es geht dies sowohl aus den Landolt'schen, als auch aus meinen Beobachtungen hervor. Die Abweichungen werden hier bei der Buttersäure und Valeriansäure noch bedeutender, bis 16 pCt. Man wird mithin wohl zu dem Schlusse berechtigt sein, dass Landolt's sowohl, wie meine Beobachtungen mit dem Dühring'schen Gesetze der specifischen Factoren nicht in Einklang zu bringen sind." — Nunmehr kann ich die abgebrochene Betrachtung über die Beziehung der Atom-, bezüglich Molecülvolumina zu den specifischen Factoren mit einiger Aussicht auf Erfolg wieder aufnehmen. Die specifischen Factoren der Elemente sind einfachen, von der chemischen Theilbarkeit abhängigen Bruchtheilen der relativen Molecülvolumina und diejenigen der Verbindungen sind gewissen, von der chemischen Constitution abhängigen Bruchtheilen der Summe der Molecülvolumina der Radikale gleich, wenn man für die Volumina das des Wasserstoffs als Maasseinheit wählt, wie dies in der Reihe 2 der Tabelle I geschehen ist. Diese allgemeine Regel für die Bestimmung des specifischen Factors lässt sich durch folgende Formel wiedergeben. Bezeichnet man mit a und b die Bruchtheile der Molecülvolumina, welche den specifischen Factoren der eine Verbindung bildenden Radikale A und B entsprechen, und mit m und n die Zahlen, wie oft das Radikal A, bezüglich B in der Verbindung Am Bn enthalten ist, so ist der specifische Factor der Verbindung $Am\,Bn = \frac{ma + nb}{m + n}$. Diese Regel habe ich für die Mehrzahl der specifischen Factoren, welche Dühring auf den Seiten 82 und 83 seiner kleinen Schrift „Neue Grundgesetze der Physik und Chemie" aufgestellt hat, mit genügender Annäherung bestätigt gefunden. Die Abweichungen der theoretischen Werthe von den seinigen überschreiten nämlich nicht die Grenzen, innerhalb deren die durch's Experiment bestimmten Factoren variiren können, bleiben also in den Grenzen — 0,16 und + 0,16. Zum Beweise lasse ich zunächst die von Dühring aus den Siedetemperaturen erhaltenen Werthe folgen und füge denselben jedesmal die Berechnungen jener Factoren nach der obigen Formel — welche, nebenbei bemerkt, einer zu demselben Zwecke aufgestellten Formel Dührings genau entspricht, ohne dass ich mir den Zusammenhang zwischen beiden bisher hätte erklären können — soweit bei, als die mir bekannten Molecülvolumina der einzelnen Elemente es gestatten und füge auch die Unterschiede beider Zahlenreihen bei.

Tabelle No. III.

I. Stoffe.	II. Dühring.	III. Mewes.	IV. Differenz.
C_2H_4	0,750	0,78476	– 0,03476
N_2O	0,58389	0,57937	+ 0,00452
HCl	0,608	0,626225	– 0,018225
CO_2	0,52211	0,550125	– 0,028015
HBr	0,604	0,6912625	– 0,0872625
SH_2	0,750	0,708365	+ 0,041635
Cl	0,627	0,75245	– 0,12545
NH_3	0,750	0,7612265	– 0,0112265
HJ	0,750	0,7086375	+ 0,0413625
CH_3Cl	0,86818	0,822415	+ 0,045765
$(CH_3)_2O$	0,91392	0,800053	+ 0,113867
C_2H_5	0,800	0,815514	– 0,015514
H_2O	1,000	0,90385	+ 0,09615
CH_4O	0,86905	0,844305	+ 0,024745
Hg	2,00	2,1	– 0,1
S	2,29242	2,2502	+ 0,04222

Diese Beispiele mögen genügen. Es geht aus denselben wenigstens soviel hervor, dass für die flüssigen Elemente und die einfachsten Verbindungen derselben das aufgestellte Gesetz mit den Beobachtungen so ziemlich annähernd übereinstimmt. Ob indessen auch bei den verwickelteren organischen Substanzen dieselbe Regel sich mit so grosser Sicherheit wird als richtig nachweisen lassen, muss ich dahin gestellt sein lassen, hoffe es jedoch. Vorläufig ist für mich von besonderem Werthe, dass sich eine genügende Uebereinstimmung gerade für diejenigen einfachen Stoffe ergeben hat, für welche die Molecülvolumina nach der im ersten Abschnitt dargelegten Theorie mit ziemlicher Sicherheit haben ermittelt werden können. Dass die von Meyer übernommenen Volumina der Molekeln des Schwefels und Quecksilbers sich sowohl nach der einen als auch der anderen Theorie als richtig bewährt haben und demnach auch für die Richtigkeit der in diesem Abschnitt dargelegten Methode zur Bestimmung der Molecülvolumina aus den specifischen Faktoren sprechen, dürfte besonderer Erwähnung nicht unwerth sein. Zu den Beispielen des Cl, Br und J habe ich noch zu bemerken, dass deren Molecülvolumina durch 4 dividirt wurden, damit die berechneten specifischen Faktoren annähernd mit den beobachteten übereinstimmten. Auch der specifische Faktor von H, der sonst gleich 1 zu setzen wäre, ist in den Cl-, Br- und J-Verbindungen nur halb so gross angenommen, weil ja in diesen Verbindungen stets nur je halbe Molekeln der Substanzen sich vereinigt haben. Man könnte versucht sein, aus diesem Umstande einen Anhaltspunkt für die Halbirung der Moleculargewichte des Cl, Br und J herzuleiten; doch die aufgestellte Theorie, welche dazu drängte, ist selbst erst

im Entstehen und durch Beobachtungen noch so wenig bestätigt, dass ein derartiger Schritt wohl noch übereilt wäre. Für den specifischen Faktor von N ist gesetzt: $\frac{1,7021}{3}$, für den von C: $\frac{0,7086}{2}$, für den von O: $\frac{1,2308}{2}$. Weitere und eingehendere Auseinandersetzungen über die angeführten Beispiele zu machen, dürfte nicht erforderlich sein, wohl aber halte ich es zur Sicherstellung der Theorie für unbedingt nöthig, die Ursachen darzulegen, warum die behauptete Uebereinstimmung zwischen den specifischen Faktoren und dem Rauminhalt der Molekeln bestehen muss. Der Beweis hierfür lässt sich durch ein Eingehen auf das Wesen des Siedens und auf die mechanische Erklärung desselben am besten führen. Damit eine Flüssigkeit bei einem gewissen, auf derselben lastenden Druck sieden kann, ist erforderlich, dass die Kraft, welche die einzelnen Molecüle mit einander verbindet und den flüssigen Aggregatzustand durch Vereinen der Elementarmolecüle bedingt, durch eine entsprechende Wärmezufuhr vollständig aufgehoben werde. Diese Wärme wirkt also nicht auf die Molecüle als solche, sondern auf deren Bestandtheile, die Atome, ein; letztere sind demnach auch die massgebenden Faktoren für die Charakterisirung der äusseren Erscheinungen des Siedens, wie ja auch die Erfahrung zeigt. Die ausserdem noch zugeführte Wärme trägt nicht zur Erhöhung der Temperatur der siedenden Flüssigkeit bei, sondern dient nur dazu, den äusseren Druck aufzuheben und grössere oder geringere Mengen der Flüssigkeit in Dampf zu verwandeln. Vergrössert man nun den Druck, so werden sich in Folge der Druckwirkung und der Verbindungskraft der Molecüle, bezüglich Atome, letztere wieder vereinigen, der gesättigte Dampf sich also wieder condensiren; es wird demnach ohne Temperaturerhöhung kein Sieden stattfinden. Erhöht man hingegen die Temperatur der Flüssigkeit genügend, so wird die Spannkraft der Wärme im Stande sein, die Cohäsionskraft und den verstärkten äusseren Druck zu überwinden. Subtrahirt man nun beide Siedetemperaturen, so wird die Differenz derselben, da man voraussetzen muss, dass sich die Vereinigungskraft der Molecüle im zweiten Falle nicht geändert hat, lediglich durch den äusseren Druck und die Natur der die Flüssigkeit bildenden Theilchen bedingt. Wenn man für eine andere Flüssigkeit unter denselben Umständen die entsprechenden Siedetemperaturen bestimmt, so erhält man auch für diese eine Temperaturdifferenz, welche allein durch den äusseren Druck und die Natur der Molecüle bestimmt ist. Der Quotient aus den beiden Temperaturdifferenzen ist allein von der Natur der betreffenden Molecülsorten abhängig, weil in beiden Fällen die äusseren Umstände genau dieselben gewesen sind. Dieser Quotient muss also das Verhältniss jener Molecüleigenschaften, welche die Siedetemperaturen wesentlich bestimmt haben, zum Ausdruck bringen. Nach der kinetischen Theorie der Gase kann nun aber die Wärme auf die Elementartheile eines Körpers nur in der Weise wirken, dass sie dieselben in Bewegung versetzt, sich selbst also in lebendige Kraft umsetzt. Setzt

man demgemäss in der obigen Formel $q = \frac{t^1 - d^1}{t - d}$ für die verschiedenen Siedetemperaturen gemäss der Formel der kinetischen Gastheorie $T = a \cdot \frac{1}{2} M u^2$ die gleichwerthigen lebendigen Kräfte ein, so geht dieselbe über in

$$q = \frac{a \cdot \frac{1}{2} M (u_I^2 - u_2^2)}{b \cdot \frac{1}{2} M_I (u_I^2 - u_{II}^2)}.$$

Da in dem Quotienten auf der rechten Seite das Verhältniss der lebendigen Kräfte, welche die äusseren Arbeiten darstellen, durch den Ausdruck

$$\frac{\frac{1}{2} M (u_I^2 - u_2^2)}{\frac{1}{2} M_I (u_I^2 - u_{II}^2)}$$

angegeben wird, so muss derselbe, da in beiden Fällen die äussere Arbeit dieselbe ist, $= 1$ sein. Es bleibt also der Quotient übrig $\frac{a}{b} = q$. Die Constanten a und b hängen von der Zahl der in der Raumeinheit der Flüssigkeiten vereinigten Atome, also, da diese nur durch die Grösse der Atomvolumina bedingt ist, von dem Atomvolumen ab. Das Ergebniss der Theorie stimmt also gleichfalls mit dem Resultate überein, zu dem die Beobachtung geführt hat. Denn wenn man bei der Bestimmung der specifischen Faktoren Wasser als Beziehungseinheit wählt, findet man, dass jener Quotient denselben Werth ergiebt, wie die Formel $\frac{m a + n b}{m + n}$, worin die Buchstaben die oben angegebene Bedeutung haben. Es bleibt nunmehr noch übrig zu erklären, warum gerade die auf den Wasserstoff als Einheit bezogenen Atomvolumina die specifischen Faktoren ergeben, da doch die Theorie mit Recht fordern dürfte, dass dies nur für die auf den Wasserstoff als Masseinheit, bezüglich Beziehungseinheit bezogenen specifischen Faktoren hätte eintreten können. Indessen erklärt sich dies eigenthümliche Zusammentreffen dadurch, dass der specifische Faktor des Wasserstoffs gleichfalls $= 1$ ist, also denselben Werth besitzt wie der des Wassers. Auch ist das Atomvolumen von H_2O, wenn man sich so ausdrücken darf, indem man auf das dreifache Volumen Rücksicht nimmt, demjenigen von H nahezu gleich. —

Zum Schluss ist noch die Abhängigkeit der vorstehenden Erörterungen und Aufstellungen von der Lehre Avogadro's nachzuweisen. Zu diesem Behufe ist auf den Ausdruck $q = \frac{a \cdot \frac{1}{2} M (u_I^2 - u_2^2)}{b \cdot \frac{1}{2} M_I (u_I^2 - u_{II}^2)}$ zurückzugehen. Es

wurde oben behauptet, dass $\frac{\frac{1}{2} M (u_I^2 - u_2^2)}{\frac{1}{2} M_I (u_I^2 - u_{II}^2)} = 1$ sei. Dies ist aber nur dann der Fall, wenn die durch das Sieden resultirenden Dämpfe der beiden Flüssigkeiten bei demselben Druck dieselbe Molecülzahl in gleichen Räumen enthalten; denn wenn ich dies nicht stillschweigend vorausgesetzt hätte, würde ich für das Verhältniss der äusseren Arbeiten die Formel $\frac{\frac{1}{2} n . M (u_I^2 - u_2^2)}{\frac{1}{2} n_I M_I (u_I^2 - u_{II}^2)}$ erhalten haben, worin n und n_I die Anzahl der Molecüle bezeichnen, welche die verschiedenen Dämpfe in der Raumeinheit enthalten. Im vorliegenden Falle handelt es sich um sehr kleine Drucke und Druckdifferenzen, weil gerade bei niedrigen Drucken das Gesetz über die Uebereinstimmung der spezifischen Faktoren und der Atomvolumina besonders sich geltend macht; darum hat auch die obige Annahme der Gültigkeit des Avogadro'schen Satzes ihre volle Berechtigung. Nur ist das Gesetz Avogadro's, das für die permanenten Gase bei gleicher Temperatur und gleichem Druck dieselbe Molecülzahl in denselben Räumen annimmt, dahin abgeändert worden, dass die gesättigten Dämpfe siedender Flüssigkeiten eine gleiche Molecülzahl in gleichen Räumen bei demselben Druck nur bei spezifisch verschiedenen Temperaturen enthalten. Dass der Satz Avogadro's auch in dieser Fassung Gültigkeit hat, dafür spricht der Umstand, dass bei Temperaturen, wo gewisse Dämpfe unter einem bestimmten Druck noch gasförmig sein können, andere Dämpfe unter demselben Druck nicht mehr bestehen können, sondern durch Vereinigung der einfachen Molecüle in Doppel- oder Mehrfach-Molekeln in den flüssigen Aggregatzustand übergehen. Mit der Geltung der Lehre Avogadro's auch in dieser Form besteht die in diesem Abschnitt dargelegte Bestimmungsmethode der Molecülvolumina mittelst der spezifischen Faktoren der korrespondirenden Siedetemperaturen. Diese Methode beruht also auf demselben Fundament, wie die Methode Herrn Professor Lothar Meyer's, welche die Transpirations-Erscheinungen in Rechnung zog. Ob jedoch die von mir aufgestellten Bestimmungs-Methoden der Molecülvolumina neben den bisherigen Forschungsmethoden einige Geltung erlangen und zur Bestätigung bezüglich Verbesserung der früher ermittelten Werthe werden dienen können, darüber wage ich gleichwohl im Hinblick auf die zuletzt dargelegte Methode um so weniger eine günstige Entscheidung zu treffen, da mir diese Methode in wesentlichen Punkten grosse Schwierigkeiten bereitet hat. Sollten sich daher die im Anfang gehegten Hoffnungen nicht erfüllen, so darf ich wohl den Umstand, dass wenigstens mehrere Beobachtungen der aufgestellten Theorie nicht direkt widersprechen und das schöne und treffende Wort vom „Altmeister" Berzelius als Entschuldigung

anführen: „Der erste Versuch zu generalisiren glückt selten; die Spekulation greift der Erfahrung vor, indem diese nicht so rasch zu folgen vermag.“

Da gerade Herrn Professor Dr. Lothar Meyer's „Moderne Theorien der Chemie“ die erste Anregung zu den vorstehenden Untersuchungen gegeben haben und Herr Professor Meyer, dem ich darum als dem Ersten die obigen Bestimmungsmethoden zur geneigten Beurtheilung vorlegte, meinen Bestrebungen nicht nur freundliche Aufmunterung hat angedeihen lassen, sondern auch meine Arbeiten durch die Angabe der einschlägigen Litteratur wesentlich gefördert hat, so darf ich mir wohl an dieser Stelle erlauben, die angenehme Pflicht zu erfüllen, demselben für die mir bewiesene Güte und Freundlichkeit meinen aufrichtigen Dank hierdurch auszusprechen.

Ueber Ballonhüllen aus Metall.

Von Lieutenant **Freiherr vom Hagen.**

Lange vor Erfindung des Luftballons, im Jahre 1670, schlug de Lana*) vor, kupferne Hohlkugeln zu bauen und dieselben alsdann luftleer zu machen, oder aber mindestens mit verdünnter Luft anzufüllen, wodurch sie emporsteigen müssten. Es ist dies gewissermassen die einzig richtige Idee, auf welche Weise man von der Erde fortfliegen kann, und es würde eine luftleere Hohlkugel allerdings der steigkräftigste Ballon sein.

Macht man solche Kugeln aber fest genug, um dem Luftdrucke von aussen zu widerstehen, so werden sie eben zum Steigen zu schwer. Lanas Idee fand übrigens selbst unter Gelehrten Anhänger und Verfechter; so gab z. B. Leibnitz die theoretische Richtigkeit der Sache zu, bemerkte aber zugleich, für diesen Zweck genügend grosse metallene Kugeln aus Eisen oder Kupfer zu machen, übersteige die menschlichen Kräfte. Auch schrieb ein gewisser Christoph David zu Paris 1739 ein Werkchen, „La curiosité fructueuse“, in welchem er zur Verwirklichung des Lana'schen Projektes aufforderte.

Als im Jahre 1783 die Luftballons erfunden wurden, überzeugte man sich bald von der unangenehmen Eigenschaft des Gases, zu diffundiren, um sich mit der Luft auszugleichen. Je leichter das Gas ist, desto grösser ist dieses Bestreben. Das Wasserstoffgas, welches man in der ersten Zeit ausschliesslich zum Füllen des Ballons verwendete, machte von vornherein eine sehr dichte Ballonhülle zur Nothwendigkeit. Dieselbe wurde zunächst aus einem Stoff hergestellt, welcher vermöge seiner dichten Webeart schon etwas dagegen schützen sollte, nämlich aus Seide. Diesem Stoff wird man entschieden noch heutzutage den Vorzug geben müssen, da weder Flachs noch Baumwolle ein so dichtes, festes, aber dabei geschmeidiges Stoffstück ergeben. Die Seide hat ausserdem noch einen Vortheil, nämlich den, dass sie nicht

*) de Lana. Prodromo o saggio di alcune invenzioni nuove premesso all' arte maestra. Brescia 1670.

besonders gegen Wasser imprägnirt zu werden braucht. Man stellte schon vor hundert Jahren mit den verschiedensten Arten von Lack, Firniss und sogar Leim Versuche an, um einen geeigneten präparirten Stoff zu erlangen, durch welchen das Gas nicht hindurchdringen könne. Hierbei hatte man nun die überraschendsten Resultate. Bald wurde der Stoff zu hart und wurde brüchig, bald blieb er klebrig oder dichtete überhaupt nicht ordentlich, sodass die Versuche zu keinem befriedigenden Abschluss kamen.

Fragen wir, auf welchem Standpunkte befinden wir uns jetzt nach hundertjähriger Erfahrung, so können wir nur antworten: Wir sind um keinen Schritt weiter gekommen.

Es wird überhaupt die Luftschifffahrt in jeder Beziehung von der Natur so behandelt, dass man keine Spur von Entgegenkommen erblickt, sondern vielmehr die Schwierigkeiten sich nur noch vermehren sieht. Eine dauerhaft und gut gedichtete Hülle, welche es gestattet, den Ballon wochen- ja monatelang aufzubewahren, ist ein Problem, dessen Lösung bis jetzt vergeblich erstrebt worden ist.

Wenn auch die Franzosen behaupten, ihren Ballon schon damals in der Aëronautenschule zu Meudon monatelang gefüllt erhalten zu haben, welches uns von unseren Landsleuten auch der Domherr Meyer berichtet, so müssen wir dagegen geltend machen, dass selbst der Giffard'sche grosse Ballon captif, obwohl seine Hülle aus 7 Lagen bestand (darunter 2 Lagen Kautschuk), doch täglich nachgefüllt werden musste.

Wenn der Ballon auch nur an einem Tage wenige Kubikmeter Gas verliert, so müssen wir dabei doch bedenken, dass das entwichene Gas gerade das leichteste, also dasjenige ist, welches die grösste Tragfähigkeit hat; in Folge dessen ist das zurückgebliebene Gas schlechter und von geringerem Auftrieb.

Noch im selben Jahre der Erfindung wurde deshalb von Guyton de Morveau vorgeschlagen, Leder oder Metall zur Hülle zu verwenden, und giebt Tiberius Cavallo (1784) schon drei verschiedene Arten an, auf welche Weise man Metallballons füllen kann. Ausserdem versuchte man Stoff wie auch Goldschlägerhaut mittelst eines metallischen Niederschlages zu dichten und so liess am 25. November 1783 der Graf Zambeccari in London vom Artillery Ground aus einen Ballon, der innen und aussen vergoldet war und einen Durchmesser von 10 Fuss hatte, unbemannt steigen. Der Ballon flog 48 Meilen weit und landete zu Graffam bei Patworth in Lussex.

Die Vortheile einer metallenen Hülle sind kurz zusammen zu fassen folgende:

1) die Hülle ist gasdicht,
2) feuersicher,
3) starr, sodass die Form des Ballons besser intakt bleibt und durch den Luftdruck bei grosser Eigengeschwindigkeit nicht so leicht deformirt werden kann.

Vielfach ist denn auch nach Guyton de Morveaus Vorschlag, Metallballons zu bauen, dieses Verfahren von anderen Personen weiter ausgedehnt worden und giebt Prechtl aus Wien 1824 Folgendes an.

Prechtl will den Ballon lenkbar machen durch Aufsuchen der verschiedenen Luftströmungen, zu welchem Zwecke der Ballon eine starre widerstandsfähige Oberfläche haben müsse. Er will ferner das Laviren aus der Höhe in die Tiefe und umgekehrt nicht durch Auswerfen von Ballast und durch Ventilziehen, sondern durch Aufblasen resp. Nachlassen eines Ballonets erreichen.

Da nun der Ballonet beim Aufblasen das Gas komprimirt, so würde Letzteres bei einer Stoffhülle durchgedrückt werden event. die Hülle selbst platzen. Aus diesem Grunde müsse die Hülle aus Kupferblech gemacht werden, indem man ihr von aussen und innen die nöthige Verstärkung giebt. Der Ballon soll einen Durchmesser von 150′ haben und der innere Ballon 75′, also die Hälfte. Von Kupferblech wird der grosse Ballon gemacht und die Tafeln 1½ Zoll breit übereinander gelegt und dann aufgelöthet; er erhält die Kugelform, welche ihm beim Bau durch ein innen angebrachtes zweckmässiges Gerüst gegeben wird.

Ausserdem müsste der Ballon noch aussen versteift werden durch Ringe von Fichtenholz. Die Schwere des Kupferblechs wird berechnet mit 3½ Pfund für 4 Quadratfuss, während von dem inneren Ballon, aus Leder gemacht, 4 Quadratfuss 1 Pfund wiegen sollen. Im Ganzen hat der Ballon ein Gewicht von 78 Centner, wovon allein 2 Centner für Firniss gerechnet werden, da die Oberfläche des kupfernen Ballons noch besonders gefirnisst wird.

Das innere Gerüst soll herausgenommen werden, nachdem man den Ballon aussen gehörig verstärkt hat.

Zum Füllen giebt Prechtl an, entweder einen Stoffballon in den grossen hineinzuthun oder denselben mit Wasser zu füllen und unter Wasser gesenkt das Gas hineinzulassen, Vorschläge, die schon Guyton de Morveau gemacht hat und welche Dupuis-Delcourt, wie wir sehen werden, praktisch versuchte.

Prechtl ist von der Gasdichtigkeit des auf diese Weise konstruirten Ballons so fest überzeugt, dass er ausführt, der Ballon sei nur einmal zu füllen und wenn keine zufälligen Unfälle eintreten, so könne er sein Gas ein halbes Jahrhundert ungemindert erhalten.

Wollen wir gerecht verfahren, so müssen wir hierbei den Franzosen das Verdienst lassen, dass sie auch in dieser Beziehung die ersten Versuche angestellt haben, welche wir gleich näher besprechen wollen.

Freilich hatte der holländische Professor der Physik Kratzenstein in seiner „Art de naviguer dans l'air", Rotterdam 1784, und Zachariä in seinen „Elementen der Luftschwimmkunst" bereits die Frage des Baues metallener Ballons ziemlich eingehend behandelt, aber dem französischen Unternehmungsgeiste blieb es vorbehalten, den ersten praktischen Versuch auf diesem schwierigen Gebiete zu unternehmen.

Schon 1828 hatte Arago*) vorgeschlagen, gewisse Gegenden Frankreichs, die ungemein oft durch Hagelschlag heimgesucht werden, durch ein System verankerter Elektro-subtracteurs**) zu schützen. Es waren dies grosse metallene, mit Spitzen besetzte Ballons von cylindrischer Form mit konischen Enden, welche zur permanenten Ausgleichung der Luft- und Erdelektrizität dienen und hierdurch die Ansammlung grosser Massen hochgespannter Elektrizität in den Wolken und somit die Bildung des Hagels verhüten sollten.

Das Projekt war zu grossartig und kostspielig, um auch nur zum Anfang seiner Verwirklichung zu gelangen.

Die illustrirten Zeitschriften brachten Abbildungen der Electro-subtracteurs und man kam nun auf den weniger himmelstürmerischen Gedanken, einen Metallballon zum Zweck von meteorologischen Studien zu bauen, welcher wochenlange Luftreisen ermöglichen sollte.

Marey Monge entwarf das Projekt und gab hauptsächlich das erforderliche Kapital dazu her, den Bau selbst aber leitete der Aëronaut Dupuis-Delcourt, ein technisch gebildeter und tüchtiger Praktiker.

Es war dies im Jahre 1843 (Nouveau manuel d'aérostation ch. XX p. 258), wo man in der Werkstatt der Sackgasse du Maine zu Paris ans Werk ging. Die ungeheuren Schwierigkeiten, welche der Bau eines solchen Ballons mit sich bringt, traten hierbei recht zu Tage, und es zeigte sich wieder sehr deutlich, welcher grosse Unterschied auf technischem Gebiete zwischen Theorie und Praxis besteht.

Monge ging zunächst zur Untersuchung der 6 Meter langen, ½ Meter breiten Messingplatten über, die er sich aus der Rheinprovinz hatte schicken lassen. Hierbei sah er schon, dass das Messing viele kleine Löcher hatte, die undichte Stellen der Hülle ergeben mussten. Auch war das Messing zu spröde und versuchte Monge dasselbe dadurch biegsam zu machen, dass er es in grosse eiserne Röhren legte und darin die Bleche ausglühte.

Dabei passirte Folgendes: Das im Messing enthaltene Zink verflüchtigte sich eher, als das Kupfer, wodurch eine Menge neuer Löcher entstand, sodass Monge wieder neues Messingblech kaufen musste.

Andere Versuche, die Marey Monge noch machte, wollen wir kurz betrachten.

1. Um zu konstatiren, auf welche Weise ein Metallballon am bequemsten und leichtesten mit Gas gefüllt werden kann, baute man einen kleinen Messingballon von 1 Meter Durchmesser, den man zuerst mit Wasser füllte und dann unter Wasser das Gas mittelst einer Röhre hineinleitete, ein Verfahren, wie wir es heutzutage bei den Gasometern finden.

*) Arago — Annuaire du Bureau des Longitudes, 1838, S. 570. 13. Juli 1788 betrug der Hagelschaden in Frankreich in 1039 Gemeinden 25 Millionen Francs.

**) Abbé Bertholon machte die ersten Versuche mit Ballons zum Messen der Elektrizität zu Montpellier.

2. machte man innerhalb des Metallballons einen zweiten Stoffballon (beide von gleicher Grösse), welcher einfach wie üblich gefüllt wurde und durch sein Ausdehnen die Luft aus dem Metallballon herausdrückte, bis er schliesslich an der inneren Wandung anlag.

3. Der dritte Versuch war der von Guyton de Morveau vorgeschlagene, nämlich in den Metallballon eine Röhre hineinzuleiten, welche beinahe bis an die höchste Stelle der Metallhülle reichte und durch diese Röhre das Gas in den Ballon zu bringen. Das Gas sollte sich allmählich oben ansammeln und durch eine zweite Oeffnung die Luft nach unten hinausdrängen.

Zu diesem Zwecke war an der unteren Hälfte des Metallballons ein kleiner aus Goldschlägerhaut gefertigter Ballon dicht neben dem Füllloch angebracht, der die ausgedrückte Luft aufnahm und 15 mal entleert wurde, wobei sich nach diesem Entleeren herausstellte, dass der Metallballon vollständig mit Gas gefüllt war. Ein zweiter derartiger Versuch bestand darin, dass der kleine Ballon wegblieb und die Luft nun durch die Oeffnung ausströmte, in welcher der kleine Ballon angebracht war. Diese Art der Füllung zeigte, dass ein Metallballon auf diese Weise vollständig mit Gas zu füllen sei.

Marey Monge hatte die Absicht, seinem Ballon die Form einer Kugel von 10 Meter Durchmesser zu geben, in Folge dessen baute er ein Holzgestell von der Gestalt einer Kugel, welches um eine Horizontalachse drehbar war und dessen unterer Theil sich in einer halbkugelförmigen Aushöhlung der Erde befand, in welcher ein Gypsmodell angebr acht war, von der Form und Grösse der Messingplatten. Auf das Holzgerüst sollten die Messingplatten aufgelegt und zusammengelöthet werden, indem das Ganze je nach Bedürfniss um die Achse gedreht wurde.

Das einfache Zusammenlöthen machte schon grosse Schwierigkeiten und Monge fand, dass sich Messing am besten löthen lässt, wenn die Ränder kurz vor dem Löthen verzinnt werden.

Ein anderer Versuch, welcher noch gemacht wurde, bestand darin, dass man in einen kleinen Probeballon, der mit Wasserstoffgas gefüllt war, einen Schnitt machte und diesen wieder zuzulöthen versuchte. Es gelang dies, wenn der Löthkolben nicht glühend gemacht wurde, sondern nur so erhitzt war, dass er das Zinn gerade zum Schmelzen brachte und explodirte das Gas des Ballons nicht.

Bei der Herstellung des Ballons, welche zwei Jahre in Anspruch nahm, zeigte sich, dass die Löthstellen wieder aufsprangen und dass trotz der Untersuchung der Messingplatten in einer Art Dunkelkammer sich dennoch kleine Löcher in dem Metall vorfanden, auch die Arbeiter vielfach beim Zusammenlöthen das Messing eindrückten und noch mehrere derartige Uebelstände. Auch erwies sich die Art, den Platten ihre richtige Gestalt zu geben, als nicht sehr praktisch. Man befestigte dieselben nämlich durch Niete an das Holzgestell, drehte darauf das Kugelgestell und liess hierauf die Platten die Gypslehre passiren, wodurch sie ihre Form und Gestalt erhielten.

Um trotz der grössten Vorsicht im Metall übersehene Löcher zu dichten, wurde der Ballon innen mit Papier ausgefüttert. Monge nahm hierzu sehr leichtes, dünnes, aber haltbares Papier (aus welchem man damals künstliche Blumen machte), das vorher mit Oel getränkt wurde. Das Papier wog 6 Kilo und das Oel 10 Kilo, sodass das ganze Ausfüttern nur ein Gewicht von 16 Kilo ausmachte.

Beim Bau der Hülle liess man von Anfang an an zwei gegenüberliegenden Stellen Löcher von 1½ Meter Grösse, um am Schluss das Holzgerüst daraus zu entfernen und immer in das Innere des Ballons hineinzusehen. Das Herausnehmen der Holzstützen war unendlich schwer zu bewerkstelligen, denn in dem Moment, wo der Hülle die Stütze geraubt wurde, drückte sie sich an dieser Stelle ein, sodass der Ballon im letzten Augenblick beinahe ganz zusammenfiel. In Folge dessen war stets ein Ventilator in Thätigkeit, der Luft in den Ballon einblies, und als das Holzgerüst endlich entfernt war, legte man den Ballon in ein Netz und zog ihn hierauf in die Höhe.

Jetzt erst zeigten sich die vielen Undichtigkeiten, welche der Aërostat hatte. Tag und Nacht musste der Ventilator in Thätigkeit sein, sonst bekam der Ballon Kniffe und Risse. An vielen Stellen musste gelöthet werden, sodass man sich entschloss, die unzähligen Löcher mit Baumwollstoff zu verschliessen, welche man mit Leim aufklebte und dann firnisste. Auf diese Weise wurden z. B. in einem Monat 4000 Löcher gedichtet.

Nach langer Zeit der Reparatur glaubte Marey Monge nun endlich füllen zu können, und wendete er hierbei das vorhin zuletzt angegebene Verfahren an (die bis obenhin eingeleitete Röhre führte das Gas zu) und erzeugte das Wasserstoffgas aus Schwefelsäure und Zink. Eine einmalige Füllung kostete 2332 Francs und sollte der Ballon innerhalb zwei Stunden gefüllt sein, aus welchem Grunde Monge dem Füllschlauch einen Durchmesser von 0,30 Meter gab. Der Ballon wurde aber nicht ganz voll, sondern nur dreiviertel, da er noch sehr viele Löcher zeigte und die Gasentwicklung aufhörte. Es soll beim Füllen unten nur Luft, aber kein Gas entwichen sein, sodass Arbeiter ihren Kopf über eine Viertelstunde an das Luftableitungsloch haben halten können. Zum Steigen kam der Ballon, da er 800 Pfund schwer und nicht ganz gefüllt war, in Folge dessen nicht, und Marey Monge war ausser sich; er bedauerte die 25000 Francs, die er zum Bau des Aërostaten hatte verausgaben müssen, wollte auch keine neue Füllung bezahlen und schob die Schuld auf Dupuis-Delcourt und dieser wieder auf Monge.

Der schöne Metallballon war ein Gegenstand des allgemeinen Verdrusses geworden und wurde schliesslich als altes Messing verkauft.

Interessant erscheint es, die Fehler kennen zu lernen, die nach Marey Monges Angabe hätten vermieden werden können. Er meint nämlich, Kupferblech wäre besser gewesen als Messingblech, allerdings viel theurer. Dann sagt er ferner, es wäre das Messing zu schlecht gewesen, welches er aus

Preussen erhalten, in einer französischen Fabrik hätte er wahrscheinlich besseres bekommen. Der Wasserstoffgaserzeuger hätte grösser sein müssen, um noch 250 Kubikmeter mehr zu entwickeln, dann wäre der Ballon trotz der undichten Stellen voll geworden.

Dieser Misserfolg des Monge-Delcourt'schen Ballons ist für die genialen Konstrukteure sehr zu bedauern, zeigt uns aber, dass trotz grosser Geldopfer Metallballons ausserordentlich schwer herzustellen sein werden.

Eines Patentes möge jetzt kurz gedacht werden; dasselbe wurde Emile Busschop am 28. Dezember 1870 ertheilt. Der Erfinder giebt ein System von Ballons an, welche zu langen Reisen zu verwenden wären. Es wird heisse Luft zur Füllung angenommen und glaubt Busschop 200° Hitze in dem Ballon erhalten zu können, wodurch $^2/_3$ der Steigkraft eines Leuchtgasballons erlangt würde. Die Hülle wäre am Zweckmässigsten aus Eisenblech herzustellen und ihr eine cylindrosphärische Gestalt zu geben. Die durch die Ausstrahlung der Hülle verloren gehende Kraft ist auf $^1/_{10}$ Kalorie per Quadratmeter der Hülle und pro Stunde zu rechnen. (Cylinder 25 Meter hoch, 100 Meter lang, 45000 Kubikmeter Inhalt, 7850 Quadratmeter Oberfläche, 19600 Kilogramm Steigkraft bei 150°.) Das Netz, welches die Metallhülle umgiebt, soll aus galvanisirtem Eisendraht verfertigt werden und wird Holzkohle als Feuerung angenommen.

Am 2. Juli 1869 hatte Friedrich Mariott in Shell Mount Lake Calif ein Versuchsmodell eines Ballons von Cigarrenform ausgestellt, welches 27 Fuss lang und 11 Fuss breit war. Die Hülle dieses Luftschiffes „Avitor" war mit Draht umflochten, hatte zu beiden Seiten Flügelflächen und hinten eine Schraube, die durch eine kleine Dampfmaschine bewegt wurde, deren Schornstein durch den Ballon hindurch ging.

Das Modell des „Avitor" ist im geschlossenen Raum sehr gut lenkbar geflogen, aber im Freien hat es sich nicht bewährt.*)

Von den weiter zu Ballonhüllen vorgeschlagenen Metallen gehört auch das Aluminium.

---

*) Professor Wellner (1880) aus Brünn sagt: Ein einfacher und billiger Stoff für Ballons ist der Wasserdampf. Wasserdampf von atmosphärischer Spannung hat eine Dichte resp. ein Gewicht pro Kubikmeter von 0,59 Kilo, ist also fast ebenso leicht wie Leuchtgas. Der Auftrieb beträgt $1,29 - 0,59 = 0,7$ Kilo pro Kubikmeter Füllung, also nur um 5 pCt. weniger als bei Gas. Das kondensirende Wasser müsste fort nachgedampft event. durch direkten Auspuffdampf einer mitgenommenen Dampfmaschine ersetzt werden. Die Ballonhülle wäre dabei aus Messing oder Eisenblech anzufertigen, wovon 1 Quadratmeter ca. 1 Kilo, das ist also viermal so schwer, als der gewöhnliche kautschuk-gummirte Seidenballonstoff. Ein solcher Kugelballon, mit Wasserdampf von 1 Atmosphäre gefüllt, hätte bei 30 Meter Durchmesser ein Volumen von 14100 Kubikmeter, eine Oberfläche von 2800 Quadratmeter, einen Auftrieb von 9870 Kilo und ein Gewicht der Hülle von 2800 Kilo, sodass die Differenz, nämlich 7070 Kilo, als Tragfähigkeit für Kondensationswasser, Maschine, Kessel, Fracht, Luftschiffer etc. verbliebe. — (Wellner: „Ueber die Möglichkeit der Luftschifffahrt". Brünn 1883.)

Dieses Metall, welches im Jahre 1827 von Wöhler in Göttingen entdeckt worden ist, kann wegen seiner Leichtigkeit, dabei aber Festigkeit (verhältnissmässig grossen absoluten und Torsionsfestigkeit) wohl zuerst zur Verwendung kommen, wenn man die Hülle aus Metall machen will. Daher ist es auch von verschiedenen Seiten zur Verwendung empfohlen und an einigen Stellen der Vereinszeitschrift schon eingehend besprochen worden.

So schlägt u. A. Gabriel Yon 1880*) einen Ballon aus Aluminium vor, der 40 Meter lang, 10 Meter hoch, 8 Meter breit und 657 Quadratmeter Oberfläche haben soll. (Schluss folgt.)

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Meteorologische Zeitschrift. Berlin 1885. Heft III und IV.

Inhalt: Krankenhagen, Ueber den Einfluss der barometrischen Minima und Maxima auf das Wetter in Swinemünde 1876—83. — Hoppe, Ueber atmosphärische und Gewitter-Elektrizität (Fortsetzung). — Tastes, Das Gewitter vom 1. Febr. 1884 in Tours. — Weber, Ueber den gegenwärtigen Stand der Kugelblitzfrage. — Die Windverhältnisse des Atlantischen Oceans. — Traumüller, Die trockenen Nebel, Dämmerungen und vulkanischen Ausbrüche des Jahres 1783. — Ferner Korrespondenzen und Notizen: Zöppritz, Excessiver Regenfall. Kremser, Optische Beobachtungen von der Schneekoppe. Danckelmann, Meteorologische Beobachtungen von Ponta da Senbea am unteren Kongo. Börgen, Die alte Frage nach dem offenen Polarmeer. M.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve. 18. Année. No. 5. Paris, Mai 1885.

Inhalt: 1. Lenkbare Aërostaten von Herrn Léon Lenicollais. Der Aufsatz behandelt die Form, welche dem Ballon zu geben ist, um denselben bei der Fortbewegung in der Luft den geringsten Widerstand finden zu lassen. Die sogenannte Cigarrenform mit zugespitzten und versteiften Enden sei nicht die vortheilhafteste, vielmehr seien Ballons von ellipsoidischer Gestalt vorzuziehen. Den Luftwiderstand des grössten Querschnitts eines solchen Aërostaten gleich 1 gesetzt, werde derselbe durch eine derartige Formgebung bis auf $^1/_5$ herabgemindert; aber nicht auf $^1/_{40}$, wie Dupuy de Lôme angenommen habe, oder auf $^1/_{20}$, wie Andere behaupten. Die Berechnungen des Herrn Lenicollais, welche ja allerdings nur Annäherungswerthe geben können, scheinen für die Richtigkeit seiner etwas paradox klingenden Behauptungen zu sprechen. Die ebenso wichtige als schwierig erscheinende Frage wird jedenfalls in den Fachzeitschriften noch weitere Besprechung finden. — 2. Beobachtung von Ringen um die Sonne während der am 23. und 24. October 1884 von den Herren Albert und Gaston Tissandier ausgeführten Luftreisen. Bei der ersten dieser beiden Hochfahrten erhob sich der Ballon durch eine 800 Meter hohe Dunstschicht bis zu 1600 Meter Höhe und gewahrten die Reisenden, welche alsdann einen hellen blauen Himmel über sich sahen, einen breiten Hof von ungefähr 12 Grad innerem Durchmesser um die Sonne. Der-

*) Note sur la direction des aérostats.

selbe wurde von zwei koncentrischen Ringen, einem innern mattgelben und einem äussern röthlichen Ringe gebildet, zwischen welchen ein Kreis von glänzendem Hellblau lag. Der ganze Westen schimmerte röthlich und bei Sonnenuntergang in bräunlichem Lichte. Als Tags darauf Herr A. Tissandier und der Aëronaut Herr Lachambre nochmals mit demselben Ballon bis zu 3500 Meter Höhe aufstiegen, erschien ihnen der Lichthof noch deutlicher und seine Farben, Gelb und Roth, stärker. Die Nebelschicht, über welcher der Luftballon stand, zeigte statt eines glänzend weissen Schimmers, welchen die Aëronauten bei solchen Gelegenheiten wahrzunehmen pflegen, eine scharf ausgeprägte Saffranfarbe. Kleine rundliche Wolkengebilde ragten aus dem Nebelmeer gleich Inseln hervor. Die Herren Tissandier überlassen es den Fachgelehrten der Akademie, die von ihnen gemachten Beobachtungen zu deuten. Derartige recht hoch gehende und öfter wiederholte Ballonfahrten könnten allerdings ein Mittel abgeben, den Sitz der seit Novbr. 1883 so prachtvoll auftretenden Dämmerungs-Erscheinungen, Lichthöfe um Sonne und Mond u. s. w., im Gebiete der Erdatmosphäre genauer zu ermitteln und seltsamer Weise scheint man nur in Nordamerika darauf zu denken, die Lösung dieses wichtigen Problems durch eine Reihe von wissenschaftlichen Luftreisen zu versuchen. Herr Gaston Tissandier bemerkt schliesslich noch, dass bei der Reise am 23. Oktbr. bis zur Höhe von 800 Metern Südostwind herrschte, oberhalb der Nebelschicht trafen die Luftschiffer bis zur Höhe von 1150 Metern Nordwest an, während höher oben wieder der Südostwind vorherrschte, so dass man von Paris ab und wieder dahin zurückfahren konnte. — 3. Erzählungen eines Aëronauten. Dieses ist der Titel eines kürzlich in Paris erschienenen Buches*), welches einen Herrn de Graffigny zum Verfasser hat. Herr L. Rameau berichtet über das Werkchen in wohlwollender Weise. Dasselbe enthält einen kurzen Abriss der Geschichte der Aëronautik, die Beschreibung von neun Ballonfahrten des Verfassers, die sich durch Lebendigkeit der Schilderung und eine gewisse naive Offenheit auszeichnen und schliesslich eine Reihe fingirter Luftreisen nach Art Jules Vernes, also Wahrheit und Dichtung nach einander und nicht durch einander, wie das nach Ansicht aufmerksamer Leser in dergleichen Büchern bisweilen vorkommen soll. — Das Maiheft des Aéronaute bringt ferner die Protokolle der Sitzungen des Pariser Vereins vom 12. Februar, 26. Februar, 26. März und 9. April d. J., welche kein wesentliches Interesse darbieten. Auch unter den Verschiedenen Thatsachen (Faits divers), mit welchen das Heft schliesst, findet sich nichts, was für unsere Leser der Mittheilung werth erscheinen könnte. v. H.

Memorial de Ingenieros del Ejército. Madrid 1885.

Die genannte Zeitschrift sagt in ihrer No. VIII vom 15. April d. J. Seite 96: „Der Verleger der deutschen Monatsschrift: Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt (Boletin de la sociedad alemana para el fomento de la navegacion aérea) hat die Aufmerksamkeit gehabt, uns No. 1 dieses Jahrgangs der gedachten Publikation (des 4ten seiner Existenz) zu übersenden. Die Nummer enthält unter andern die folgenden Aufsätze: Allgemeine Betrachtungen über die Luftschifffahrt, Vergleichender Bericht über den Ballon von Meudon und seine Vorgänger, Studien über die Kraft, welche der Vogel bei seinem Fluge entwickelt,

*) Das Buch befindet sich in der Vereinsbibliothek.

Verwendung des Ammoniakgases zur Füllung von Ballons etc. etc., in welchem man interessante und neue Nachrichten über die einzelnen Gegenstände findet, von denen sie handeln, auch sind die in einigen Artikeln vorgetragenen Theorien recht ingeniös. Zum Studium über einen Gegenstand von grossem Interesse, der einige Männer der Wissenschaft sehr in Anspruch nimmt, deren Streben sehr lobenswerth ist und von ungemeiner Bedeutung werden würde, wenn es ihnen gelänge, an's Ziel zu kommen, ist die Zeitschrift, mit welcher wir uns beschäftigen, sehr empfehlenswerth und machen wir daher unsere Abonnenten auf dieselbe aufmerksam. Sie wird vom Doctor der Philosophie Herrn Wilh. Angerstein, Berlin SW. Alte Jacobsstrasse 134, redigirt. Verleger ist W. H. Kühl, Buchhandlung und Antiquariat, Berlin W. Jägerstrasse 73. Sie erscheint monatlich und der Subscripstionspreis in Spanien beträgt 16 Pesetas für's Jahr."

Zur Abwehr.*)

Im Vertrauen auf den unparteiischen Sinn der Gelehrten ist man gewöhnt, eine neue literarische Erscheinung im Einverständniss mit der Besprechung seitens hervorragender Blätter zu beurtheilen. Die Wissenschaft hat so viele Dienstleistungen für die Menschheit übernommen, dass man es beinahe als ein Vergehen ansehen muss, auch nur in Gedanken an der Wahrheitsliebe ihrer Vertreter zu zweifeln, und es ist daher sehr betrübend, zu erfahren, dass jenes Vertrauen manchmal auch nicht gerechtfertigt ist. Ich beziehe mich hierbei auf eine Besprechung meiner „Theorie der Sonnenflecken" (Berlin 1884), welche von der Wochenschrift „Blätter für literarische Unterhaltung. Herausgegeben von Rudolf von Gottschall (Leipzig-Brockhaus)" im laufenden Jahrgang gebracht wurde. Diese Besprechung beginnt folgendermaassen:

„Die Schrift soll eine wissenschaftliche Studie sein. Sie macht deshalb von vornherein keinen Anspruch auf Form- und Stylgewandtheit, welche noch bei vielen deutschen Gelehrten überhaupt als ein bedenkliches Zeichen der Oberflächlichkeit angesehen wird u. s. w."

Diesen Tadel erkenne ich als vollständig berechtigt an und der Anführung einiger Stylproben gegenüber würde ich kein Wort der Vertheidigung haben. Bedenklicher erscheint es mir aber, wenn der Berichterstatter über den wissenschaftlichen Werth abzuurtheilen sich nicht herbeilassen will, „weil", wie er sagt, „hier nicht der rechte Ort ist" und dennoch, nur „zur Charakterisirung desselben" einige angebliche Irrthümer hervorhebt. Die betreffenden Stellen beziehen sich auf das Gravitationsgesetz (Seite 9 unten in meiner Schrift) und auf ringförmige Sonnenfinsternisse (Seite 92, in einem als Anhang zur Theorie dienenden Abschnitt). Diese beiden Punkte stehen in keiner direkten Beziehung zur Theorie, welche die ersten 86 Seiten der Schrift (104 Seiten hat sie im Ganzen) einnimmt und es ist jedenfalls ein Zeichen von Oberflächlichkeit, in solcher Weise den wissenschaftlichen Werth einer Arbeit charakterisiren zu wollen.

*) Nachdem wir seiner Zeit ein sehr ausführliches Referat über die Schrift des Herrn Broszus „Die Theorie der Sonnenflecken" gebracht haben, (siehe Jahrgang 1884, Heft III, Seite 81 u. flgd.) geben wir dieser Abwehr gegen Angriffe, welche in einer literarischen Besprechung der Arbeit enthalten gewesen, um so bereitwilliger Raum, als die Letztere in der fachwissenschaftlichen Presse im Allgemeinen recht günstig beurtheilt worden ist. Die Redaktion.

Die zweite Hälfte der Besprechung kennzeichnet aber ganz besonders die eigenthümliche Weise des Berichterstatters; sie lautet:

„Wenn ich hier überhaupt dieser Schrift Erwähnung thue, deren Verfasser vermuthlich noch recht jung ist, weil er mir doch ein wenig zu schnell fertig mit dem Worte zu sein scheint, so ist es hauptsächlich, um auf die Lücke hinzuweisen, welche derselbe so opferwillig durch seine Schrift auszufüllen bestrebt war. Es giebt bis jetzt vier verschiedene Theorien der Sonne, welche an die Namen Secchi, Zöllner, Spörer und Fage geknüpft und von einander wesentlich verschieden sind. Es wäre nun wirklich eine schöne That, wenn sich noch ein fünfter Forscher entschliessen könnte, die Sonne ohne Voreingenommenheit für irgend eine dieser Theorien anhaltend zu untersuchen und sich ganz besonders davor hüten möchte, gar noch eine eigene Theorie zu entdecken. Nur so könnten wir übrigen Sterblichen, welche keine speciellen Sonnenanbeter sind, einmal darüber in's Klare kommen, welcher Theorie der Vorzug zu geben ist. Auf dem Studiertisch kann man die Sonne nicht seciren, wie es der Verfasser der vorliegenden Schrift thun wollte. Dazu gehört ein guter Astronom, der hinter einem guten Fernrohr sitzt. — — —“

Der Berichterstatter war so gütig, meine Schrift zu erwähnen, nur weil ich so opferwillig bestrebt war, auf diesem nicht mehr ungewöhnlichen Wege eine Lücke auszufüllen und hält mich ferner für sehr jung. Nun ja, in beiden Punkten hat er Recht, die Schrift ist sogar mein Erstlingswerk; mit der Ausfüllung der Lücke hat es aber eine eigene Bewandtniss. Seit einigen Jahren bin ich bemüht, die Luftschifffahrt zu meinem Specialfach zu erheben. Es liegt nun sehr nahe, dass ich deswegen auch das Luftmeer gründlich kennen möchte. Aus diesem Grunde begann ich eifrig Meteorologie zu studieren. Hierbei wurde ich sehr bald belehrt, dass die periodischen Witterungserscheinungen mit einer periodischen Wärmeausgabe der Sonne parallel laufen und als die Ursache gewöhnlich die Sonnenflecken gelten.

Um der Sache auf den Grund zu kommen, blieb mir nichts weiter übrig, als die Sonnenflecken selbst kennen zu lernen und da fand ich denn zu meinem Erstaunen, dass „vier verschiedene Theorien“ über den einen Gegenstand bestehen und jede sollte richtig sein. Das eingehende Studium verschaffte mir bald die Ueberzeugung, dass die Theoretiker jede Erscheinung einzeln herausgreifen und erklären, während gerade bezüglich der Sonne jede einzelne Erscheinung im Hinblick auf die Gesammtheit der Erscheinungen erklärt werden muss. Die Erklärungen der einzelnen Erscheinungen müssen sich gegenseitig berühren und dies zwanglos, sonst sind sie unwahrscheinlich, wie in der That bei jenen vier Theorien. Wird aber dieser Weg eingeschlagen, so empfindet man sehr bald die Nothwendigkeit eines innern Zusammenhanges der verschiedenartigen Erscheinungen; es ist da ein Band vorhanden und dies ist die Diffusion des Wasserstoffs durch die glühendflüssige Eisenschicht an der Sonnenoberfläche. Diese Eigenschaft des Wasserstoffs ist übrigens schon vor fast einem halben Jahrhundert entdeckt.

Damit ist wohl zur Genüge klar gestellt, dass ich auf den Ehrentitel „Sonnenanbeter“ verzichten kann und nur durch meinen Beruf zur Aufstellung einer Theorie der Sonnenflecken gedrängt wurde, um so für die Witterungsstudien eine Grundlage zu besitzen. Uebrigens ist es ein grosses Unrecht, wenn seitens der Gelehrten die sogenannten Laien über die Achsel angesehen werden, einmal sind die Anforderungen an die allgemeine wissenschaftliche Bildung gegenwärtig nicht unbedeutend und zweitens werden die Specialwissenschaften auf jede mögliche Weise dem Verständniss der Laien zugänglich gemacht, was zur Folge hat, dass viele Liebhaber

von Specialwissenschaften auftreten, die durch ihre pracktische Ideenentwickelung manche Anregung geben.

Dass die Wissenschaft im Allgemeinen nicht so engherzig ist, zeigen beispielsweise die Fortschritte der Astronomie von ehemals. Der vielgenannte Hofrath Schwabe war Apotheker in Dessau und hat nur aus Liebhaberei während mehrerer Jahrzehnte die Sonnenflecken täglich gezählt, woraus sich erst die elfjährige Periode der letzteren ergab. Dass der berühmte Astronom Herschel ein fahrender Musikus, Hansen ein Uhrmacher, Mädler ein Schreiblehrer an einer Kinderschule und Klinkerfues ein Bahnarbeiter waren, ist ja bekannt, und es würde kein Gelehrter wagen, deren wissenschaftliche Leistungen nach der Bedeutung ihrer frühern Erwerbsthätigkeit abzuschätzen.

Wenn die Astronomie sich so vieler Mitarbeiter aus andern Berufsklassen zu erfreuen hat, so ist die Erklärung nur in der Erhabenheit dieser Wissenschaft zu suchen und die Gelehrten sollten sich darum lieber von dem Gedanken entwöhnen, dass sie ihre Wissenschaft nur allein in Erbpacht besitzen. In der Technik müssen wir auch jedem Fortschritt die Hand reichen, gleichviel woher er kommt. Um nur ein Beispiel anzuführen, erwähne ich, dass die in der Dampfmaschinenlehre zur grössten Wichtigkeit gelangte mechanische Wärmetheorie von dem praktischen Arzt Mayer in Heilbronn herrührt.

Es ist nicht zu verkennen, dass diejenigen Astronomen, welche die Physik der Himmelskörper zu ihrem Studium wählen, eine sehr schwierige Aufgabe vor sich haben. Zur Erklärung der Thatsachen müssen sie nämlich zu viele naturwissenschaftliche Specialfächer gleichzeitig zu Hülfe nehmen (dazu gehören auch die technischen Wissenschaften) und sie können ihre Hypothesen nicht sogleich prüfen, einmal weil der Gegenstand räumlich unerreichbar ist, zweitens weil die Wiederholung der Erscheinungen oft erst nach sehr langen Zeiträumen eintritt. Da hilft nur eine möglichst vielseitige praktische Anschauung und „logisches Denken“ (letzteres hat mir der Berichterstatter noch zugestanden, aber im Uebrigen spricht er mir alles Wissen ab); beides bringen die technischen Studien mit sich. Es ist daher nicht zu viel gesagt, wenn ich behaupte, dass man die Theorie der Sonne ebenso konstruiren kann, wie eine Maschine, von der man die äussern Bedingungen kennt und bei der man eine zu den letzteren gehörige innere Mechanik schaffen soll. Mehr habe ich auch nicht gethan, ich habe die Theorie der Sonnenflecken auf dem Studirtisch zusammengestellt, ohne auch jemals die Sonnenoberfläche durch ein Fernrohr beobachtet zu haben. Die photographischen Sonnenbilder ersetzen die direkte Beobachtung vollkommen.

Die Astronomen haben so zahlreiche Beobachtungen gemacht, dass ich gleichzeitig die Prüfung auf alle entwickelten Bedingungen vornehmen konnte, und ich muss hier bemerken, dass, wenn dies nicht hätte geschehen können, meine Theorie halbfertig geblieben wäre und ich sie nicht veröffentlicht haben würde. Uebrigens hätten die Astronomen die vollständige Theorie der Sonne schon vor langen Jahren aufstellen können, und zwar bald nach der Sonnenfinsterniss im Jahre 1868, bei welcher der französische Physiker Rayet die Protuberanzen als Wasserstoffstrahlen erkannte. Die übrigen Bedingungen waren vorher schon alle bekannt.

Was schliesslich den verschleierten Ausfall des Berichterstatters gegen meine Person anbelangt, so verschmähe ich es, darauf näher einzugehen.

Berlin den 15. Mai 1885. J. E. Broszus, Ingenieur.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Alte Jacob-Strasse 134.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

IV. Jahrgang. **1885.** **Heft VI.**

Die Grösse der Flugflächen.

Auszug aus einer Abhandlung des Oberlehrers Herrn Dr. **Karl Müllenhoff.***)

Bei den Untersuchungen über die Flugbewegung hat man stets mit besonderer Aufmerksamkeit die Muskulatur der Flugthiere und die Grösse der beim Fluge verwendeten Flächen untersucht.

Namentlich der zweite Gegenstand der Untersuchung ist ausserordentlich vielfach behandelt worden; die Resultate dieser Untersuchungen waren indessen häufig so sonderbar, die der verschiedenen Forscher stimmten so wenig zusammen, dass eine erneute Untersuchung dieser für das Verständniss der Flugbewegung sehr wichtigen Frage wünschenswerth schien.

A. Aeltere Untersuchungen
über die Beziehung zwischen Körpergewicht und Flugfläche.
Berechnet nach dem Verhältnisse F/P.

Der erste, der eingehende Untersuchungen über die Grösse der Flügelflächen bei den verschiedenen Thieren anstellte, war De Lucy. Derselbe giebt in seinem im Jahre 1865 in der Presse scientifique des deux mondes erschienenen Aufsatze „Le vol des oiseaux, chauve-souris et insectes" eine Anzahl von Bestimmungen der Flügeloberfläche und des Gewichtes verschiedener fliegender Thiere. Aus den durch diese Messungen und Wägungen

*) Die Abhandlung ist erschienen in E. Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, Band XXXV. Der Auszug ist daraus mit Bewilligung des Verfassers entnommen.
Die Redaktion.

erhaltenen Zahlenwerthen suchte er sodann das von ihm vermuthete gesetzmässige Zahlenverhältniss zwischen der Grösse der Flügel und dem Körpergewichte in der Art zu berechnen, dass er die durch seine Messungen und Wägungen erhaltenen Zahlen miteinander dividirte. Bezeichnet P das Körpergewicht in Grammen, f die Grösse der Unterfläche der beiden Flügel, so berechnet De Lucy die Grösse der Flügelfläche, die auf ein Gramm kommt nach der Formel f/P.

Der Quotient f/P ist nun, wie De Lucy zeigte, im Allgemeinen bei kleinen Thieren bedeutend grösser als bei grossen. De Lucy stellte deswegen das Gesetz auf, dass „ein Thier verhältnissmässig um so kleinere Flugflächen bezitze, je grösser es ist.“

Dieses von De Lucy aufgestellte „Gesetz“ ist indessen keineswegs in dem Sinne aufzufassen, dass das Gewicht und die relative Flügelgrösse etwa umgekehrt proportional seien. Ein Blick auf die Tabelle De Lucy's zeigt, dass die Beziehung zwischen den beiden Zahlenreihen für P und f/P keineswegs eine so einfache ist.

Das Resultat De Lucy's ist demgemäss ein recht wenig befriedigendes. Trotzdem wurde es fast unverändert aufgenommen von Pettigrew. In seinem Werke über die Ortsbewegung der Thiere fügte Pettigrew in Bezug auf das Verhältniss zwischen Flügelfläche und Gewicht zur Tabelle De Lucy's nur einige wenige und dabei recht oberflächliche Messungen hinzu; er förderte somit in diesem sonst zahlreiche neue Beobachtungen und Betrachtungen enthaltenden Werke die Erkenntniss der Frage nach der Grösse der Flugflächen sehr wenig. Einen Versuch, die von De Lucy aufgefundene Regelmässigkeit zu erklären, machte er nicht. Ja, er leugnete sogar, trotzdem er De Lucy citirt und ihm im allgemeinen zustimmt, dass eine bestimmte Beziehung zwischen dem Gewichte eines fliegenden Thieres und seiner Flügelfläche bestehe.

Einen Versuch, dass von De Lucy aufgestellte „Gesetz der relativen Grössenabnahme bei zunehmendem Körpergewicht“ theoretisch zu begründen, unternahm v. Lendenfeld in seinen im Jahre 1881 in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie erschienenen Untersuchungen über den Flug der Libellen.

v. Lendenfeld glaubt den Grund für die von De Lucy beobachtete Regelmässigkeit in den physikalischen Gesetzen des Luftwiderstandes gefunden zu haben. Der Luftwiderstand wächst, sagt v. Lendenfeld, abgesehen von der Grösse und Form der Fläche, annähernd proportional der dritten Potenz der Geschwindigkeit, mit der sich ein Körper durch die Luft bewegt. Da nun die Flügel grosser Thiere absolut grösser und länger sind, als jene kleiner Thiere, so wirken die Endtheile der grossen Flügel bei sonst gleichen Umständen mit viel grösserer Geschwindigkeit, als die kleiner Flügel; es müssen daher die Flügel kleiner Thiere relativ viel grössere Flächen im Vergleiche mit dem Körpergewichte haben, als jene grosser Thiere.

Das ganze Raisonnement v. Lendenfeld's ist basirt auf der Annahme, dass bei grossen und kleinen Thieren, abgesehen von den Grössenunter-

schieden, dieselben Umstände, hier also in erster Linie dieselbe Grösse des Schlagwinkels und dieselbe Zeitdauer eines Flügelschlages, vorhanden seien.

Dieses ist nun aber keineswegs der Fall, es bewegen sich vielmehr die Flügel der grossen und der kleinen Flieger mit sehr verschiedener Geschwindigkeit. v. Lendenfeld hat diese bereits durch Prechtl erwähnte und durch Marey's Untersuchungen allbekannte Thatsache nicht berücksichtigt und ist dadurch zu dem Irrthum verleitet worden, dass er die von De Lucy aufgestellte Gesetzmässigkeit mathematisch begründet zu haben glaubte. In der Abhandlung v. Lendenfeld's wird übrigens die Frage nach dem Verhältnisse zwischen Flügelfläche und Körpergewicht nur ganz beiläufig berührt. Eine erschöpfende Behandlung der uns vorliegenden Frage lag nicht im Plane des Verfassers. Er giebt indessen in mehreren Tabellen eine Reihe guter Wägungen und Messungen von einigen Vögeln und zahlreichen Insekten und liefert dadurch Beobachtungsmaterial, das für die Beantwortung unserer Frage ganz vorzüglich verwendbar ist.

Eine noch weit bedeutendere Anzahl von Beobachtungen ist enthalten in Mouillard's L'empire de l'air, Essai d'ornithologie appliqué à l'aviation. (Paris 1881.) Mouillard's Beobachtungen erstrecken sich auf weit zahlreichere Thiere, als die aller früheren Beobachter. De Lucy untersuchte nur einige wenige beliebig herausgegriffene Formen, v. Lendenfeld beschränkte sich fast ganz auf die kleine und in Bezug auf ihre Flugvorrichtungen verhältnissmässig einfache Familie der Libellen, Mouillard machte dagegen seine Beobachtungen an zahlreichen Arten und diese gehören allen Ordnungen der Vögel an und repräsentiren alle Methoden des Fliegens, die bei den Vögeln vorkommen.

Was Mouillard ausserdem vor allen früheren Beobachtern auszeichnet, ist seine genaue Kenntniss vom Verhalten der verschiedensten Thiere beim Fluge. Mehrere Decennien hindurch machte er an frei lebenden Thieren Beobachtungen über die Flugbewegungen. Diese lange Zeit fortgesetzten und mit grosser Sorgfalt angestellten Beobachtungen führten ihn zu einer Classification der Vögel nach ihrer Flugmethode. Er theilt sie in zwölf Flugtypen ein und beschreibt den Flug einer jeden solchen Gruppe in ausserordentlich lebendiger Darstellung; dabei zeigt er eine sehr grosse Sicherheit und Zuverlässigkeit in den Einzelbeobachtungen.

Seine Beobachtungen führten ihn zu der Annahme, dass bei den verschiedenen Flugtypen ein gewisses Verhältniss zwischen der beim Fluge dem Winde dargebotenen Unterfläche des Thieres F und dem Körpergewichte vorhanden sein müsse, und er machte, um dieses Verhältniss aufzufinden, bei sehr zahlreichen Thieren Messungen von F und P.

Mouillard erkannte zuerst, dass nicht nur die Grösse und Gestalt der Flügel für die Art des Fluges von Wichtigkeit sei, sondern dass ebenso gut wie die Flügelflächen auch die gesammte andere Unterfläche des Thieres als wirksame Trag- und Gleitfläche in die Betrachtung aufzunehmen sei.

Anstatt also nur die Grösse der Flügelfläche (f) zu bestimmen, wie es De Lucy, Pettigrew und v. Lendenfeld thaten, giebt Mouillard die Grösse des gesammten dem Winde gebotenen Segelareales an, d. h. die Unterfläche von Kopf, Brust, Bauch, Schwanz und Flügeln.

Wir nennen diese Fläche im Gegensatze zur Fläche beider Flügel (f) kurz die Segelfläche (F).

Das von Mouillard bei seinen Messungen befolgte Verfahren ist derartig, dass man erkennt, wie er den grössten Aufwand an mühseliger Arbeit nicht gescheut hat, um recht sichere Messungen zu erhalten. Er legt den zu vermessenden Vogel mit ausgebreiteten Flügeln auf Papier und zieht die Contouren des ganzen Thieres nach. Die Projection des fliegenden Thieres, die er auf diese Weise erhält, zerlegt er in ein Dutzend Dreiecke und vier oder fünf Parallelogramme und bestimmt den Flächeninhalt derselben.

Um eine Prüfung dieses Verfahrens vorzunehmen, habe ich von ein und demselben Exemplare eines Vogels mehrmals in der von Mouillard angegebenen Weise die Segelfläche aufgezeichnet und jede Zeichnung mehrmals durch Zerlegung in Dreiecke und Parallelogramme ausgemessen. Ich fand, dass die verschiedenen Ausmessungen einer Zeichnung bis auf $^1/_{1000}$ übereinstimmen, dagegen erhielt ich Differenzen bis zur Höhe von $^1/_{100}$ zwischen den verschiedenen Zeichnungen von ein und demselben Thiere. Der Grund für die grossen Unterschiede zwischen den verschiedenen Zeichnungen liegt darin, dass es bis zu einem gewissen Grade willkürlich ist, welche Streckung man den Flügeln des Thieres und welche Ausbreitung man dem Schwanze desselben ertheilt, wenn man seine Umrisse auf das Papier projicirt.

Da zwischen zwei und mehr Zeichnungen eines Thieres so bedeutende Differenzen hervortreten und da der aus diesen Differenzen sich ergebende Versuchsfehler ganz unvermeidlich ist, so ist es natürlich überflüssig, eine auf vier, fünf oder gar sechs Decimalen genaue Ausmessung einer einzelnen Zeichnung vorzunehmen.

Mouillard hat von der Höhe dieses bei allen seinen Messungen unvermeidlichen Versuchsfehlers keine Vorstellung. Er glaubt die Oberfläche eines mit über 1 qm Segelfläche fliegenden Vogels auf 1 qmm genau angeben zu können; er giebt z. B. die Oberfläche des Gyps fulvus auf 1 044 576 qm an.

Mouillard's Methode der Messung ist, weil er eine grössere Genauigkeit erstrebt, als er in der That erreichen kann, weit umständlicher, als nöthig ist. Dasselbe lässt sich nun aber in noch weit höherem Grade von seinen Berechnungen sagen. Er berechnet nämlich, und zwar auf vier Decimalen, bei jedem vermessenen Thiere, wie viel Gramm ein Quadratmeter der Segelfläche trägt $(10\,000 \,.\, P/F)$, wie gross die zum Tragen eines Grammes erforderliche Fläche ist (F/P) und wie gross die Fläche sein müsste, um das Gewicht eines Menschen (80 kg) zu tragen $(80\,000 \,.\, F/P)$.

Von diesen Berechnungen sind, da sie alle nur das Verhältniss zwischen F und P angeben, zwei überflüssig; ausserdem darf aus dem bereits an-

geführten Grunde, dass die Zahlen für die Oberfläche nur auf $^1/_{100}$ genau sind, eine Berechnung der Verhältnisszahlen nur auf drei Stellen ausgeführt werden.

Es hat somit Mouillard auf seine Messungen und Berechnungen recht viel Mühe verwandt. Er klagt auch sehr über die mühselige Arbeit. Aber es war für ihn vergebliche Arbeit. Trotz aller aufgewandten Sorgfalt war sein Resultat recht geringfügig. Er erhielt, obgleich er die Zahl der Messungen so bedeutend vermehrte, dieselben mit der grössten nur denkbaren Sorgfalt anstellte und sie alle einer Berechnung nach einheitlichem Prinzipe unterzog, bezüglich der Grösse des Segelareales nur dasselbe sonderbare Resultat, das bereits De Lucy aus seinen Messungen für die Flügelflächen folgerte und das v. Lendenfeld zugleich aus theoretischen Gründen abgeleitet zu haben meinte.

Die Verhältnisszahlen zwischen P und F, welche Mouillard berechnete, sind derartig, dass im allgemeinen die Segelfläche bei kleinen Thieren relativ gross, bei grossen klein ist.

Mouillard selbst ist mit diesem Resultate seiner Messungen und Berechnungen durchaus nicht zufrieden; er legt daher den durch so mühselige Arbeit erhaltenen Zahlen nur eine sehr geringe Bedeutung bei, denn er verwendet sie für seine Classification der Vögel nach ihrer Flugmethode absolut nicht; innerhalb eines jeden Flugtypus schwanken vielmehr bei ihm die Werthe für das Verhältniss F/P innerhalb sehr weiter Grenzen. Seine Eintheilung ist ausschliesslich auf die Beobachtungen begründet, die er an den im Freien lebenden Thieren machte; die Auffindung des von ihm vermutheten gesetzmässigen Verhältnisses zwischen F und P gelang ihm nicht.

Der Grund des mangelhaften Erfolges lag bei Mouillard in der Art, wie er die Berechnung anstellte.

Dass die Flügelflächen und ebenso auch die Segelflächen nicht proportional dem Körpergewichte wachsen können, zeigt ja die einfache mathematische Ueberlegung. Wenn ein fliegendes Thier, z. B. ein Vogel, sich vergrössert, so dass seine Länge, Breite und Dicke in allen Theilen gleichmässig wachsen, so müssen, wenn die Länge l sich linear vergrössert, die Flächen F und f in quadratischen, das Gewicht P im kubischen Verhältnisse wachsen. Es sind also nur l, $F^{1}/_{2}$, $f^{1}/_{2}$ und $P^{1}/_{3}$ resp. l^2, F, f und $P^{2}/_{3}$ vergleichbare Zahlen.

B. Aeltere Untersuchungen

über die Beziehung zwischen Körpergewicht und Flugfläche. Berechnet nach dem Verhältnisse $F/P^{2}/_{3}$ (resp. $F^{1}/_{2}/P^{1}/_{3}$).

Der Umstand, dass man annahm, dass Oberfläche und Körpergewicht im gleichen Verhältnisse wachsen müssten, ist, wie wir gesehen haben, der Grund zu vielen vergeblichen Bemühungen gewesen.

Und doch ist schon im Jahre 1846 von Prechtl in seinen klassischen Untersuchungen über den Flug der Vögel (Wien 1846) die Berechnung der

Proportion zwischen F und P nach der Form $F/P^{2/3}$ als die einzig anwendbare bezeichnet. Diese Art der Berechnung, die Prechtl nur vorschlug, wurde angewendet von Harting, Marey, Legal und Reichel.

Von Harting sind unter dem Titel Observations sur l'étendue relative des ailes in den Archives neerlandaises 1869 eine ganze Reihe von Wägungen fliegender Thiere und Messungen ihrer Flügelflächen veröffentlicht; er hat dabei die relative Flügelgrösse der gemessenen Thiere nach dem Verhältnisse $f^{1/2}/P^{1/3}$ berechnet. Harting entkleidete zugleich die Ansicht De Lucy's und seiner Nachfolger, dass die Flügelgrösse der Thiere mit steigendem Gewicht derselben relativ kleiner würde, ihrer Sonderbarkeit und wies durch seine Messungen an Vögeln und Fledermäusen nach, dass die Thiere bei zunehmender Grösse sich durchaus ähnlich bleiben, d. h. also, dass ihre Flügelfläche im quadratischen Verhältnisse wächst, wenn das Körpergewicht im kubischen Verhältnisse zunimmt.

Seine Begründung dafür, dass er die relative Flügelgrösse nach dem Verhältnisse von $f^{1/2}/P^{1/3}$ berechnet, ist allerdings sehr kurz, aber vollkommen klar, und es ist doch auffallend, dass v. Lendenfeld, der die Arbeit Harting's kannte, sie nicht berücksichtigte, sondern die Berechnungsart De Lucy's wählte.

Marey wiederholte in seinem in der Bibliothèque scientifique internationale erschienenen Werke La machine animale (Paris 1875) die Harting'schen Betrachtungen und einen Theil seiner Messungen; er giebt daneben auch eine ganze Anzahl eigener Messungen und Berechnungen; doch verfolgt er die Frage nicht näher, er erwähnt sie nur vorübergehend.

Weit eingehender als von Marey wird der Gegenstand von Legal und Reichel in den Verhandlungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur (Breslau 1882) behandelt. Aehnlich wie bei Mouillard ist auch bei Legal und Reichel das Ziel der Untersuchung die Ermittelung der zur Fortbewegung eines Menschen erforderlichen Flügelgrösse; zugleich suchen sie festzustellen, ob mit der Vergrösserung des Körpers wirklich, wie Helmholtz meint (Monatsberichte der Berliner Akademie 1873), eine relative Vermehrung des zum Transporte nöthigen Kraftaufwandes sich erkennen lässt.

Legal und Reichel bestimmten daher ausser dem Totalgewichte der Thiere P und ihrer Flügelfläche f auch das Gewicht der gesammten Flugmuskulatur (p) sowie das Gewicht der hauptsächlichen beim Fluge verwendeten Muskeln. Sie bestimmen ferner nach einer bereits von Prechtl angegebenen Methode die theoretische Länge des Flügels (h), d. h. die Entfernung des Druckmittelpunktes des schwingenden Flügels vom Drehungspunkte; unberücksichtigt liessen sie das Gesammtsegelareal (F).

Die Berechnungen von Legal und Reichel erstreckten sich zunächst auf die relative Grösse der Flugmuskulatur p/P, eine Zahl, die auch von Harting bereits für einige Thiere bestimmt worden war. Die Bestimmung der relativen Grösse der Flugmuskulatur erschien besonders wichtig für die Entscheidung

der Frage, ob bei einer Grössenzunahme des Körpers wirklich eine relative Vermehrung des zum Transporte erforderlichen Kraftaufwandes eintritt.

Da wie Plateau für die Insekten und Weichthiere, Marey für die Wirbelthiere, speciell die Vögel, nachwies, dass die Arbeit, die ein Muskel verrichtet, proportional seinem Volum und also auch seinem Gewichte ist, so hat man in der Bestimmung der Maasse der Muskeln ein Mittel, um die Grösse der durch dieselben zu leistenden Arbeit zu messen.

Die Vergleichung der Vögel derselben Familie, die sonst ähnlich gebaut sind, aber im Gewichte bedeutende Differenzen zeigen, ergab indessen bei steigendem Gewichte meistens eine geringe relative Abnahme der Flugmuskulatur, jedenfalls aber keine Steigerung derselben, wie man sie hätte erwarten sollen, wenn einerseits Helmholtz' theoretische Betrachtungen, andererseits die Messungen Plateau's und Marey's auf diesen Fall anwendbar sind.

Uebrigens sind die für die relative Grösse der Flugmuskulatur gefundenen Werthe nicht unmittelbar als Maass für das Flugvermögen zu benutzen; sehr häufig zeigen Thiere von äusserst verschiedener Flugfähigkeit dieselben Werthe von p/P, andererseits schwanken bei Thieren mit gleichem Flugvermögen die Werthe für p/P innerhalb sehr weiter Grenzen. Es folgt daraus, dass gleich grosse Vögel mit einem sehr verschiedenen Kraftaufwande fliegen.

Legal und Reichel untersuchten deshalb, in welchem Verhältnisse der Druck, welchen Vögel verschiedener Grösse bei jedem Flügelschlage ausüben, zum Körpergewichte steht.

Wenn ein Vogel ähnlich gebaut bleibt, wie sehr auch seine Grösse schwankt, so muss die Länge und Breite des Flügels sowie auch die theoretische Länge (h) desselben (d. h. die Entfernung des Druckmittelpunktes von dem Drehungspunkte) in einer Längendimension zunehmen, welche proportional ist dem Wachsthum der Dimensionen des Vogelkörpers. Dann wird also der vom grösseren Vogel erzeugte Luftwiderstand, vorausgesetzt, dass Schlagwinkel und Winkelgeschwindigkeit gleich seien, und unter der Annahme, dass der Luftwiderstand wächst proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit, einerseits proportional der Fläche, andererseits proportional dem Quadrate der theoretischen Länge $c.(f.h^2)$ wachsen, d. h. also in der vierten Potenz, wenn der Körper sich im Kubus ändert. Es ist also $f^{3/4}.h^{3/2}/P = \text{const.}$ Diese Zahl, die von Legal und Reichel die „Flügelziffer“ (φ) genannt wird, lässt allerdings schon eine gewisse Beziehung zum Flugvermögen erkennen; sie ist im allgemeinen am grössten bei den ruhig fliegenden Raubvögeln und einigen Möven $(\varphi = 40—50)$, am kleinsten bei den heftig flatternden Thieren, Rebhuhn, Sperling u. s. w. Dabei finden sich indessen sehr bedeutende Unregelmässigkeiten, so schwanken z. B. die Möven in Bezug auf ihre Flügelziffer zwischen sehr weiten Grenzen. Während die Sterna minuta dem Corvus monedula gleicht $(\varphi = 20)$, erreicht die Sterna hirundo mit $\varphi = 35$ den Storch und Sterna cantiaca mit $\varphi = 50$ die höchste

Flügelziffer von allen. Bei diesen und ähnlichen Unregelmässigkeiten lässt sich ein bestimmter Einfluss des Gewichtes nicht nachweisen; aber man sieht doch deutlich, dass offenbar noch ein Factor fehlt in dem Ausdrucke für das Flugvermögen.

Als einen solchen für die Rechnung wichtigen Factor betrachteten nun Legal und Reichel die relative Grösse der Brustmuskulatur. Sie multiplicirten deswegen die Flügelziffer mit p/P und erhielten somit eine Zahl von der Form $\frac{p}{P} \cdot \frac{f^{3/4} \cdot h^{3/2}}{P}$; sie nennen dieselbe die Flugziffer (μ) und meinen in $\int\left(\frac{f^{3/4} \cdot h^{3/3}}{P} \cdot \frac{p}{P}\right)$ einen Ausdruck für das Flugvermögen gefunden zu haben.

Doch bleiben die Resultate trotz der Zuziehung dieses Faktors p/P wenig befriedigend. Die Zahlenwerthe für die Flugziffer schwanken vielmehr genau ebenso wie die der Flügelziffer. Die niedrigste Flugziffer ($\mu = 0{,}43$) findet sich ebenso wie die niedrigste Flügelziffer bei den heftig flatternden Vögeln (Rebhuhn, Sperling u. s. w.), die höchste bei den ruhig schwebenden (Adlern, Störchen und Möven). Das Maximum ($\mu = 3{,}3$) erreicht auch hier Sterna cantiaca, dagegen zeigt die im Fluge wenigstens ebenso tüchtige Sterna minuta nur $\mu = 1{,}77$, Larus canus und argentatus $\mu = 1{,}8$ und Sterna hirundo $\mu = 2{,}67$, ohne dass man zwischen der Flugart und der Flugfähigkeit wesentliche Unterschiede wahrnehmen kann.

Es lieferte somit auch dieser Versuch, die Konstruction der Flugapparate näher kennen zu lernen, ein noch wenig befriedigendes Resultat und es ist nicht schwer, den Grund für das Misslingen auch dieses Versuches aufzufinden: die Zahl φ sowohl wie μ geben die Ausdrücke für die vom Flügel geleistete Arbeit nur für die Voraussetzung, dass die Flügel bei grossen und kleinen Vögeln mit gleichem Schlagwinkel und mit gleicher Winkelgeschwindigkeit bewegt würden. Es ist bereits gezeigt worden, dass diese Voraussetzung nicht zutreffend ist; es ist also von Legal und Reichel derselbe Fehler gemacht worden, den v. Lendenfeld machte bei seiner vermeintlichen Beweisführung für die Richtigkeit des De Lucy'schen Gesetzes.

Gerade diese bei den verschiedenen Thieren hervortretenden Differenzen in der Schnelligkeit, mit der die Flügel auf- und abschwingen, sind sehr wichtige Momente, welche bei der Untersuchung in erster Linie in's Auge zu fassen sind.

Daraus ergiebt sich der Gang, der bei einer neuen Untersuchung zu wählen ist.

Es müssen zunächst die zahlreichen in der Literatur aufgeführten Messungen, die angestellt wurden behufs Feststellung der Grösse der in Betracht kommenden einzelnen Factoren, auf ihre Zuverlässigkeit geprüft und die verwendbaren derselben nach einheitlichem Prinzipe einer Berechnung unterzogen werden.

Die neuen Messungen, die sowohl behufs der Prüfung der Zuverlässig-

keit der vorliegenden Messungen, wie auch zur Vergrösserung des vorhandenen Zahlenmaterials anzustellen sind, werden dabei auf alle Gruppen der fliegenden Thiere auszudehnen, nicht etwa auf die Vögel und Fledermäuse zu beschränken sein, wie es bisher fast immer geschehen ist. Nur v. Lendenfeld hatte die Insekten eingehender berücksichtigt; und dabei ist diese Thierklasse doch in Grösse und Organisation so äusserst vielgestaltig, dass die Grössen- und Formenunterschiede der Wirbelthiere dagegen verhältnissmässig geringfügig erscheinen. (Schluss folgt.)

Ueber Ballonhüllen aus Metall.

Von Lieutenant Freiherr **vom Hagen**.

(Schluss.)

Im Winter 1881 hat der Graf Buonaccorsi ein Modell eines Metallballons im Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein zu Wien vorgeführt und währten über zwei Monate hindurch die interessanten Vorträge des Grafen, der sein Projekt bis in das Kleinste ausgerechnet hatte. Der Graf Buonaccorsi war von der grossen Liebenswürdigkeit, mir Zeichnungen von seinem Projekte zu übersenden, ebenso der Professor Wirth von der „Wiener Neuen freien Presse“ den Artikel in dem genannten Blatt, in welchem das Projekt ausführlich besprochen ist.

Die „Neue freie Presse“ sagt:

„Es ist leicht einzusehen, dass in dem Momente, wo an Stelle der bisher verwendeten flexiblen und unhaltbaren Stoffe und Materialien die weitaus festeren starren, sowie insbesondere eine präcise technische Verarbeitung ganz besonders unterstützenden, dauerhaften Metalle treten, die Luftschiffbaukunst sofort in ein anderes Stadium treten wird, zumal man hier auch von den vorher angestellten Berechnungen viel eher ein mit der praktischen Ausführung stimmendes Resultat erwarten kann.

„Die Hauptbestandtheile des von Graf Buonaccorsi konstruirten autodynamischen Schrauben-Luftschiffes, dessen Schwimmkörper sich nicht nur zur Füllung mit Wasserstoffgas und Leuchtgas eignet, sondern auch den Betrieb durch Wasserdampf von atmosphärischer Spannung, welcher letztere dem Leuchtgase an Auftriebseffekt gleichkommt, gestattet, sind folgende:

„**Der Rumpf**, welcher in einem durch Stahlrippen versteiften und aus Aluminium-Metall hergestellten Ballon von der Gestalt eines auf die Breitseite gelegten Fisches besteht. Diese Form besitzt einerseits mit dem geringeren Querschnitt den Vortheil der Herabminderung des Luftwiderstandes bei der Vorwärtsbewegung und erzielt andererseits durch ihre möglichst grosse Fallschirmgestalt erhöhte Sicherheit und Stabilität des ganzen Luftschiffes für alle event. Fälle.

„Ganz besonderes Interesse erregten die auf ihre Festigkeit etc. geprüften Aluminiumproben von bis jetzt noch nie gesehenen Dimensionen, darunter

waren Bleche bis zu 1 Meter Breite und beliebiger Länge, sowie einer mit der Mikrometerschraube bestimmten Stärke von 0,001 Meter bis herab zu der Dicke von nur 0,1 Millimeter, sodass die Herstellung selbst der grössten Körper aus diesem Metalle heute bereits vollkommen ausser Frage gestellt erscheint.

„Die angestellten Zerreissproben ergaben, dass Aluminiumbleche bei noch grösserer Festigkeit, als der Taffet, das Gewicht des letzteren in keinem Falle übersteigen.

„Für die Herstellung des zweiten Hauptbestandtheiles, das Gerüst, welches den mittleren des in drei Theile zerlegten Rumpfes umfängt und zur Aufnahme der Kraftmaschinen, Treibapparate und Luftschiffer bestimmt ist, wurde gehämmerter und ausgelassener Gussstahl in Rechnung gezogen, wobei sich herausstellte, dass dieses Material zufolge seiner enormen Festigkeit bei grosser Zierlichkeit und Feinheit in der Herstellung auch unter allen in Vergleich gezogenen, halbwegs entsprechenden Materialien noch die geringsten spezifischen Gewichte aufweist. Die Konstruktion selbst ist einfach und solid gedacht und lehnt sich an unsere besten Brücken-Konstruktionen an.

„Im grossen Ganzen können wir nur sagen, dass uns das Projekt des Herrn Grafen Buonaccorsi den Eindruck der früheren oder späteren Ausführbarkeit macht, wenngleich wir nicht verhehlen können, dass, wie dies übrigens vom Vortragenden selbst bekannt und betont wurde, der technischen Herstellung eines so grossen Aluminium-Körpers sich heute noch besondere Schwierigkeiten bei der Dichtung, Füllung, Versteifung etc. entgegenstellen dürften.“ —

Von weiteren Metallballons hören wir noch, dass 1883 im Trocadero zu Paris bei der Ausstellung ein Kugelballon von 10 Meter Durchmesser aus polirtem Messingblech gewesen sein soll. Ueber seinen Verbleib und seine Verwendung hat bisher nichts verlautet.

Aus allem eben Gesagten müssen wir zu dem Schlusse kommen, dass zwar eine Metallhülle unter Umständen von grossem Vortheil sein kann, so z. B. bei lenkbaren Ballons, dass aber die Geldkosten und Schwierigkeiten der Herstellung solcher Metallballons von so grossen Dimensionen sind, dass wohl sobald Marey Monges Versuch nicht wiederholt werden wird.

Ein metallener Ballon würde am leichtesten in cylindrischer Form mit konischen Enden herzustellen sein, weil man auf diese Art mit einem doppelten Tonnengewölbe zu thun hat, welches sich selbst am besten trägt und nicht an ungleichen Spannungen leidet.

Eine innere und theilweise auch äussere Versteifung von Gurten, Diagonalen und Verstrebungen ist bei metallenen Ballons nothwendig und würde dieselbe womöglich so einzurichten sein, dass ohne weitere hölzerne Lehren und dergleichen die Bleche gleich in die richtige Lage gebracht, befestigt und verlöthet würden.

Bei dieser Art des Baues würde allerdings nur die Methode der direkten

Gasfüllung zu benutzen sein, welche seiner Zeit von Dupuis-Delcourt angewendet wurde, da ein innerer Stoffballon unmöglich wird und ein solcher Ballon sich auch nicht ins Wasser versenken lässt.

Aluminium ist wegen seiner Leichtigkeit und da es weder rostet noch sonst oxydirt, den anderen Metallen vorzuziehen, sobald dasselbe noch billiger als bisher gewonnen wird, wozu die beste Aussicht vorhanden ist. Bereits jetzt, auf elektrolytischem Wege hergestellt, ist dasselbe um die Hälfte billiger als früher zu haben.

Um die Erhitzung der Hülle durch die Sonnenstrahlen möglichst zu vermeiden, ist dieselbe glatt und hell herzustellen, durch Politur oder weissen Firniss.

Vermöge eines inneren, gleichfalls cylindrisch geformten Ballonets aus Zeugstoff, der $^1/_{10}$ so gross als der Metallballon, der mit Luft aufgeblasen mit hoch geht und nach unten ein automatisch bei gewissem Druck sich öffnendes Ventil hat, muss dem Gase in letzterem Gelegenheit gegeben werden, zu expandiren. Die Fahrt mit einem metallenen Ballon darf aber niemals sehr hoch gehen, denn der Druck der Aussenluft und die Expansion des inneren Gases müssen ungefähr immer dieselben bleiben.

Die Gondel muss mit dem Ballon fest verbunden oder durch ein Ballonhemde aufgehängt sein. Ein Netz ist für den Metallballon zu verwerfen, weil die Metallhülle durch dasselbe gescheuert wird und die Schnüre, da die Hülle nicht nachgiebt, sich eindrücken und das Metall knicken oder durchbrechen würden.

In einem Metallballon würde immer eine solche Menge Elektrizität sich ansammeln, dass derselbe bei der Landung in dem Moment, wo der Anker die Erde berührt, zur grössten Gefahr werden könnte. Eine Anzahl metallener Spitzen, auf der oberen Fläche des Aërostaten angebracht, würde zwar diesen Uebelstand wahrscheinlich vermeiden lassen.

Das Landen mit einem Metallballon würde äusserst schwierig sein, da der Ballon stets Beulen und Risse bekäme, ausserdem ein solcher Metallkoloss den grössten Schaden anrichten könnte, sowohl an Menschen wie an Häusern etc. Und dann, wie wäre denn ein Riesenballon, der nicht zusammenlegbar ist, zurück zu transportiren? Und sollte der Ballon auf dem Wasser landen, welche Gefahr drohte dann nicht den Insassen.

Kurz und gut, eine metallene Ballonhülle wäre sehr schön wegen ihrer Dichtigkeit, Feuersicherheit und Starrheit; trotzdem muss eine Metallhülle noch besonders gefirnisst werden, da selbst das beste Blech noch kleine Löcher zeigt.

Der heutigen so hoch entwickelten Technik scheint keine Aufgabe mehr unlösbar zu sein; deshalb ist es nicht unmöglich, dass es später einmal Luftschiffe aus Holz, Pappe, Leder oder Metall geben kann, denn das Wort „unmöglich" existirt nicht mehr im Wörterbuch der Techniker — aber dessen ungeachtet wird ein Metallballon nicht gerade sehr brauchbar sein.

Vorsichtsmassregeln bei Ballon-Auffahrten.

Am 17. Mai d. J. war in Berlin der Luftschiffer Lattemann mit einem kleinen, eigenthümlich konstruirten Ballon (genannt „Rotateur“) bei ungünstiger Witterung aufgestiegen, und zwar ohne Gondel und ohne Anker und, da der Ballon in Folge des Regens an Tragkraft verloren hatte, auch nur mit sehr wenig Ballast versehen. Die Fahrt führte ihn über die Häusermasse Berlins hinweg und endete auf einem Baume in einem Garten in der Inselstrasse, wo sich Herr Lattemann von seinem Ballon losschnitt und den Letzteren weiter fliegen liess. Dieses Faktum war dem Königlichen Polizei-Präsidium amtlich gemeldet worden; das Letztere hatte darauf verfügt, dass der Vorstand des Polizei-Reviers, wo der Luftschiffer aufgestiegen war, über die von dem Letzteren angewandten Vorsichtsmaassregeln berichten solle. Die gesammte darüber amtlich geführte Korrespondenz wurde hierauf seitens der II. Abtheilung des Königlichen Polizei-Präsidiums dem Unterzeichneten zugesandt, wobei derselbe um ein Gutachten über die bei Ballon-Auffahrten zu treffenden Vorsichtsmaassregeln ersucht wurde. Das Gutachten musste, da in dem erwähnten Berichte des Herrn Polizei-Revier-Vorstandes einige fachliche Irrthümer enthalten waren, berichtigend auf den Inhalt desselben zurückkommen. Es ist unter dem 8. Juni d. J. dem Königlichen Polizei-Präsidium überreicht worden und lautete:

„Um Ballon-Auffahrten möglichst gefahrlos zu machen, ist eine Reihe von Vorsichtsmaassregeln zu beobachten, von denen manche bei der gewerbsmässig betriebenen Luftschifffahrt bisweilen ausser Acht gelassen werden, entweder um die Schaulust der grossen Masse in verstärktem Maasse zu reizen oder weil die Luftschiffer sich nicht im Besitze der erforderlichen Mittel zur Beschaffung und Erhaltung genügender Aërostaten befinden oder aus Unkenntniss.

An Ballons mit Gasfüllung (Charlièren) sind folgende Bedingungen zu stellen:

1. Der Ballon muss oben mit einem Ventil, unten mit einem Füllungsloche versehen sein. Bei Letzterem soll der Ballon eine schlauchähnliche Verlängerung — einen Appendix — haben.

2. Das Ventil muss so eingerichtet sein, dass der Luftschiffer dasselbe mittelst einer Leine stets dirigiren kann.

3. Der Appendix ist beim Aufstiege und während der Fahrt stets offen zu halten und ist mittelst einer Seilverbindung entweder an der Gondel oder an dem Trageringe so zu befestigen, dass er sich während der Fahrt nicht in das Innere des Ballons hineinziehen kann.

4. Auffahrten ohne Mitnahme eines Ankers sind nicht zu gestatten. Der Letztere ist mittelst eines circa vierzig Meter langen Seiles am Tragering resp. an einer denselben ersetzenden Vorrichtung zu befestigen. Es ist ein Irrthum, anzunehmen, dass ein Anker unter Umständen entbehrlich sein

könnte. Das Niedergehen des Ballons zwischen Häusern und im Wasser ist ein Fehler, den jeder geübte und mit entsprechender Ausrüstung versehene Luftschiffer stets wird vermeiden können, ausser im Falle dass nicht vorherzusehende Elementarereignisse — beispielsweise plötzlicher Sturm, heftiges Gewitter, Hagelwetter etc. — eintreten.

5. Am Ballon müssen mindestens vier sogenannte Sturmleinen befestigt sein. Die Befestigung dieser Leinen ist stets bei kugelförmigen Ballons auf dem höchsten Punkte und bei langen Ballons auf der höchsten Linie anzubringen. Die Leinen dienen dazu, im Falle stärker bewegter Luft den Ballon vor der Abfahrt sicher halten zu können, resp. bei der Landung herzueilenden Leuten Gelegenheit zur Hülfsleistung zu geben.

6. Die Tragkraft des Ballons ist so abzumessen, dass derselbe sein Eigengewicht nebst Gondel und allem Zubehör, den Luftschiffer, eventuell dessen Passagiere und dazu in jedem Falle noch so viel Ballast, wie etwa zwei Drittel des mittleren Gewichts eines Mannes betragen, also ca. 100 Pfund mit sich führen kann. Das eben angegebene Quantum Ballast ist unbedingt zu fordern, denn ohne dasselbe ist der Luftschiffer stets der Möglichkeit ausgesetzt, landen zu müssen, wo kein geeigneter Landungsplatz vorhanden ist, also zum Beispiel in den Strassen einer Stadt. Ein Ballon, der dieses Quantum Ballast beim Aufsteigen nicht zu tragen vermag, ist entweder in der Konstruction verfehlt, d. h. zu klein, um die für eine sichere Ballonfahrt eines Menschen erforderliche Tragkraft zu besitzen, oder er ist überlastet, was stets der Fall ist, wenn der Luftschiffer so viele oder so schwere Passagiere mit sich nimmt, dass er die angegebene Ballastmasse nicht transportiren kann. Ein Luftschiffer, der die zweckmässige Verwendung des Ballastes kennt, wird immer, abgesehen von ganz ausserordentlichen Naturereignissen, in der Lage sein, gefahrlos zu landen.

7. Eine Gondel ist zwar nicht absolutes Erforderniss, aber doch wünschenswerth, denn dieselbe giebt dem Luftschiffer und event. dessen Begleitern während der Fahrt einen gesicherten Aufenthalt und gewährt auch bei ungünstiger Landung einigen Schutz. Fahrten ohne Gondel sind, ebenso wie die Mitnahme von Trapezkünstlern, nur darauf berechnet, die Schaulust des Publikums im höheren Maasse durch eine Selbstgefährdung zu reizen.

8. Der Stoff, aus welchem der Ballon hergestellt ist, darf nicht schadhaft sein. Hat derselbe bei früheren Fahrten Beschädigungen erlitten, so müssen diese mittelst eingenähter Zeugstücke geflickt sein. Reparaturen durch Aufkleben von Zeugstücken oder gar nur Stücken von gewöhnlichem englischen Pflaster sind unter allen Umständen ungenügend. Hält der Ballonstoff das Flicken mittelst Naht nicht mehr aus, so ist der Ballon überhaupt nicht mehr zu Luftreisen geeignet. — —

Bei der Anwendung von Heissluft-Ballons (Montgolfièren) sind folgende Sicherheitsmaassregeln erforderlich:

1. Die Heizungs-Vorrichtungen müssen derartig angebracht sein, dass in keinem Falle Flammen den Ballon berühren können.

2. Der Ballon nebst allem Zubehör muss mit einem die Verbrennbarkeit verhindernden Stoffe imprägnirt sein.

3. Ventil, Sturmleinen, Anker und Ballast sind ebenso nothwendig, wie bei dem gasgefüllten Ballon. Es ist nämlich eine durchaus falsche, wenn auch weit verbreitete Ansicht, dass der Luftschiffer hinsichtlich des Landungsplatzes beim Gebrauche eines Heissluftballons gar keinen Einfluss üben könne. Im Gegentheil ist er im Stande, durch Oeffnung des Ventils die Abkühlung des Ballons und somit die Landung zu beschleunigen, andrerseits die Letztere durch Auswerfen von Ballast zu verzögern u. s. f. — —

Zum Schlusse erlaube ich mir, darauf aufmerksam zu machen, dass alle hier für gasgefüllte Ballons angegebenen Vorsichtsmaassregeln und Einrichtungen bei den Auffahrten des hiesigen Luftschiffers Opitz, der Mitglied des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt und als Fachtechniker für das Königliche Militair-Ballon-Detachement engagirt worden ist, in mustergültiger Weise beobachtet werden respektive getroffen sind. Uebrigens erklärt sich der Unterzeichnete gern bereit, in jedem oben berührten Punkte, der etwa einer speciellen Erläuterung bedürfen könnte, mündlich oder schriftlich nähere Auskunft zu ertheilen."

Dr. Wilhelm Angerstein.

Das lenkbare Luftschiff im Kriegsfalle.

Von **Paul Haenlein.**

Wenn auch die verschiedenen Kriegsministerien das lenkbare Luftschiff verschieden beurtheilen, wenn ihm von dem einen eine grössere, von dem anderen eine geringere Bedeutung zuerkannt wird, so wird jedoch von keiner Seite behauptet, dass dasselbe für militärische Zwecke vollkommen nutzlos sei. Das Luftschiff, wie wir es durch unsere gegenwärtigen Hülfsmittel auszuführen im Stande sind, kann weitaus während des grössten Theils des Jahres direkt gegen Wind fahren.*) Einem solchen Luftschiffe, durch eine gut geschulte Mannschaft bedient, wird gewiss während eines Feldzuges häufig Gelegenheit zur erfolgreichen Anwendung geboten sein, sei es durch Herabfallenlassen von Dynamitbomben bei Belagerung einer Festung, sei es durch Rekognoscirungen, Uebermittlung von Botschaften etc., sei es durch thätiges Eingreifen während einer Schlacht, resp. Schleudern von Projektilen während einer solchen. Welche Vortheile würden z. B. 50 lenkbare Luft-

*) Es ist auch nicht immer erforderlich, dass das Luftschiff direkt gegen den Wind fahre, es wird mitunter den Wind nur in einem grösseren oder kleineren Winkel zu schneiden, mitunter selbst **mit** dem Winde zu fahren haben. P. H.

schiffe*) den Oesterreichern vor Venedig, den Verbündeten vor Sebastopol und den Deutschen vor Paris geboten haben?

Die Thatsache, dass lenkbare Luftschiffe zu militärischen Operationen von grosser Bedeutung sind, wird auch der grösste Pessimist nicht leugnen können, doch dass deren Anwendung erfolgreich, überhaupt möglich werde, dazu müssen gewisse Vorbedingungen erfüllt sein, die in Nachfolgendem näher besprochen werden sollen.

Nach Allem, was über die Stellung, welche die verschiedenen Kriegsministerien zu dieser Frage einnehmen, an die Oeffentlichkeit dringt, nehmen einige derselben die Sache eifrig in die Hand, während andere nur warten und beobachten. Der letztere Weg ist zwar der billigste und bequemste, aber er führt ganz gewiss nicht zum Ziele, d. h. unter Beibehaltung dieses Weges wird in einem Kriegsfalle die Armee weder mit gut gebauten noch mit gut bedienten Luftschiffen versehen sein. Im Augenblicke der Gefahr — innerhalb weniger Wochen — eine Luftflotille zu schaffen, ist eine Sache der Unmöglichkeit; — wo wären dann die erfahrenen Ballonkonstructeure plötzlich zu finden? wo die erfahrenen Fabrikanten und wo die erfahrenen Bedienungsmannschaften, die, ich wiederhole hier, auf den Ballondienst eingeschult sein müssen, wie Pioniere auf das Schlagen einer Kriegsbrücke?**)

Nehme man für einen Augenblick an, Schiffe würden nur durch ungeübte Mannschaften bedient. Dann wäre einfach die Schifffahrt unmöglich. Ganz ebenso wird es mit der Ballonfahrt ergehen und ein Kriegsministerium, das nicht von langer Hand, auf breiter Basis, alles Nöthige vorbereitet hat, wird im Augenblicke der Gefahr auf das Hilfsmittel der lenkbaren Luftschiffe verzichten müssen.

Es wird zwar häufig auf den Geist, auf die Disciplin, auf die vorzügliche Bewaffnung der Armee hingewiesen, allein die Kriegsgeschichte lehrt, dass die Entscheidung einer grossen Schlacht oft von kleinen Zufälligkeiten abhängig ist, und wenn man nun das lenkbare Luftschiff auch nur als einen untergeordneten Faktor betrachtet, als einen Faktor, der nur ein Hundertstel der Bedeutung von anderen Kriegsmitteln hat, so sollte dennoch auch dieser Faktor Berücksichtigung finden und dies umsomehr, als sein Werth gewiss ein viel grösserer ist, als die von ihm verursachten Kosten betragen.

Für den Kriegsfall muss eine Armee im Besitze von gut konstruirten, gut ausgeführten lenkbaren Luftschiffen sein, bedient durch eine vorzüglich eingeübte Mannschaft. Um dieses zu erreichen, muss das Kriegsministerium thätig eingreifen, und zwar hätte seine Thätigkeit in zwei Theile zu zerfallen:

---

*) Deren Gesammtkosten $^1/_{100}$ von denjenigen eines einzigen Schiffes betrügen. P. H.

**) Wollte man durch Schiffsleute, statt durch speziell eingeübte Pioniere, eine Kriegsbrücke schlagen lassen, so bedürfte man dazu vielleicht einer 6—8 fach längeren Zeit; andere Leute, d. h. Leute aus den Kreisen der Handwerker, Kaufleute, Beamten etc., mit einem Worte Nichtfachleute, kommen mit dem Schlagen einer Brücke nie zu Stande. Man ziehe die Parallele für den Ballondienst. P. H.

Erstens durch unveränderte Anwendung bekannter Mittel, solche Objecte herzustellen;

zweitens neue, versprechend erscheinende Mittel zu erproben.

Zuerst würden also von dem Kriegsministerium zwei bis drei lenkbare Luftschiffe, unter Anwendung der besten bekannten Mittel auszuführen und mit Wasserstoffgas (auf gewöhnliche Art erzeugt) zu füllen sein. Diese lenkbaren Luftschiffe würden als Schulschiffe zur Ausbildung eines Corps von wenigstens einigen hundert Mann Luftschiffern zu benutzen sein. Deswegen müssten die Ballons viele hundert selbst tausend Mal gefüllt, montirt, damit Fahrten angestellt, die Ballons wieder demontirt und das Gas daraus abgelassen resp. in den Gasometer zurückgepumpt werden, damit die Mannschaft geübt würde, in Erzeugung von Wasserstoffgas sowohl, als auch in allen zur Bedienung eines Ballons nothwendigen Manipulationen. Sie müsste so vertraut mit dem Luftschiffe werden, wie der Seemann mit seinem Seeschiffe. Die ersten Fahrten hätten dabei an verhältnissmässig windstillen Tagen zu geschehen, die späteren bei leichtem Winde, noch spätere bei starkem Winde, damit keine Eventualität unvorbereitet eintreten könnte.

Wenn derartige Fahrten mit Konsequenz Jahr ein Jahr aus angestellt werden, angestellt zu jeder Jahreszeit, dann wird man eine Mannschaft ausbilden, die im Ernstfalle ihrem Zwecke ganz entspricht. Man glaube ja nicht, dass solche Exercitien verlorene Mühe und Kosten seien; je länger die Praxis ist, welche die Bedienungsmannschaft vorher gehabt hat, um so besser wird die Letztere im Ernstfalle sein. Eine Bedienungsmannschaft von 20jähriger Praxis ist 20 mal mehr werth, als eine solche von einjähriger.

Werden Ballon und Betriebsmotor verbessert, so hat dies auf den Dienst keinen Einfluss; die gesammelten Erfahrungen kommen auch dem verbesserten Apparat zu Gute. Ueberhaupt haben die Luftschiffer noch gewaltig viele Erfahrungen zu sammeln, bis sie sich so heimisch in der Luft fühlen, als ein Seemann auf dem Wasser.

Dem Freiherrn vom Hagen gebührt ganz entschieden das Verdienst, ausfindig gemacht zu haben, dass unter Umständen auch der gewöhnliche Heissluftballon für militärische Zwecke von Werth und Bedeutung werden kann. Im Jahrgang 1884 dieser Zeitschrift, Heft X, XI und XII, erschien eine Abhandlung „Ueber Heissluftballons und einige Abarten derselben“, worin Freiherr vom Hagen den unumstösslichen Beweis liefert, dass dem Heissluftballon vermöge seiner Einfachheit — des einfachen und raschen Füllens und des leichten Transports — auch ein Platz in der Kriegsaëronautik eingeräumt werden sollte. Der Heissluftballon darf nicht vergessen werden, aber das Hauptaugenmerk würde meines Erachtens auf lenkbare Luftschiffe gerichtet sein müssen, da diese von grösserer Bedeutung in ihrer Anwendung, ferner schwieriger bereit zu stellen sind und endlich einer mehr geschulten Bedienungsmannschaft bedürfen.

Gleichzeitig mit der Herstellung von Luftschiffen durch bekannte Mittel

und mit dem Manövriren solcher Luftschiffe sollten die Versuche mit neuen Mitteln veranstaltet werden. Als Letztere wären zu erwähnen: neue Motoren, neue Treibapparate, Erzeugung des Füllgases auf neue Arten, neuer Firniss, um Ballonhüllen gasdicht zu machen etc., ebenso die Vereinigung dieser neuen Elemente zu einem neuen Ganzen. Eine solche Vereinigung wäre erst an verschiedenen grösseren funktionirenden Modellen zu erproben, bevor zum Bau neuer grosser Luftschiffe geschritten würde.

Wenn auf diese Art und Weise eine Armee vorbereitet ist, wenn sie über erfahrene Ballonkonstrukteure verfügt, über Fabrikanten, geübt in Anfertigung von Ballonhüllen, von Motoren, Netz etc., wenn ferner Offiziere und Mannschaft reiche Erfahrungen in Handhabung des Ballons und die Ballonmaschinisten die denkbar höchste Ausbildung sich angeeignet haben, dann erst wird man auf alle Eventualitäten gerüstet sein.

Das Bauen und Experimentiren in den oben angeführten Grenzen würde das Militärbudget noch nicht um ein Zwanzigtausendstel erhöhen und ein so geringes finanzielles Opfer kann das lenkbare Luftschiff, auch schon in seiner gegenwärtigen Phase, mit Recht beanspruchen.

Ueber die Berechnung der Leistungsfähigkeit von Luftschiffen.

Von **August Platte.**

Man sollte glauben, dass, wenn sich irgend Jemand entschliesst, ein Luftschifffahrtsprojekt zu veröffentlichen, er vor Allem darauf bedacht ist, auf Grund verlässlicher theoretischer Nachweise die Leistungsfähigkeit seiner Konstruction zu erbringen.

Dies geschieht nun leider nicht immer, sondern die Herren Projektemacher ziehen es in der Regel vor, die Kraft der ihnen zu Gebote stehenden Argumente auf das Gemüth des Lesers einwirken zu lassen und glauben, die Phantasie desselben vermöchte sich auf die nämliche Höhe wie die ihre aufzuschwingen, und es wäre demgemäss möglich, ohne Rechnung zu einem erspriesslichen Resultat zu gelangen.

Andererseits kommt es aber auch wohl vor, dass Luftschifffahrtsprojekte mit Berechnungen vorgelegt werden, welche aber von dem jeweiligen Kritiker als nicht vorhanden betrachtet werden. Der Kritiker beschränkt sich darauf, über das Projekt seine vorgefasste Meinung der Welt aufzutischen, ohne aber irgend einen rechnungsmässigen Beweis für die Richtigkeit seiner Ansicht beizubringen.

So kann es kommen, dass durch diese untechnische Behandlung des Stoffes mitunter glückliche Ideen gar nicht aufgegriffen werden, sondern einfach ohne nähere Prüfung über Bord fliegen und der Vergessenheit anheimfallen, weil es eben einem seichten Kritiker beliebte, ein abfälliges Urtheil über Dinge zu geben, die vielleicht weit über seinem Horizont lagen und die er somit garnicht richtig zu beurtheilen vermochte.

Dass die Kritik sich nur ungern auf die Prüfung theoretischer Aufstellungen einlässt, ist daraus wohl erklärlich, dass die Formeln, welche, wenn richtig angewendet, die sichere Beurtheilung eines jeden Luftschiffprojektes ermöglichen, wenig bekannt sind und daher ihre Anwendung heute nicht Jedermanns Sache sein kann.

Es dürfte mithin für die Leser dieses Blattes vielleicht nicht ohne Werth sein, die Lössl'schen aëro-dynamischen Formeln, welche bekanntlich durchweg auf Versuchen beruhen und daher in ihrer Anwendung absolut richtige Zahlen liefern, so wie dieselben von Herrn Ritter v. Loessl in einem Vortrage (12. Januar 1884) der flugtechnischen Gruppe des Wiener Ingenieurvereins bekannt gegeben wurden, kennen zu lernen.

Am Schlusse dieser, das geistige Eigenthum des Herrn Ritter v. Loessl bildenden Angaben werden wir uns erlauben, noch über die richtige Anwendung dieser Formeln einige Bemerkungen und Beispiele anzuführen.

Wenn A die Arbeit in Meterkilogrammen,
F die gedrückte Fläche in Quadratmetern,
α der Neigungswinkel der geschobenen Fläche gegen den Horizont,
γ die Dichtigkeit der Luft,
g die Beschleunigung der Schwere in Metern,
G das erlaubte Gewicht der geschobenen Fläche in Kilogrammen, und endlich
v die Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde

ist, so entwickeln sich aus den durch Versuche festgesetzten beiden Fundamentalgleichungen:

$$A = v^3 F \sin^2\alpha \frac{\gamma}{g} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

$$G = v^2 F \sin\alpha \cos\alpha \frac{\gamma}{g} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

folgende weiteren Gleichungen:

$$A = \sqrt{\frac{G^3 . \sin\alpha\, g}{F \cos^3\alpha\, \gamma}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 3)$$

$$A = vG . \operatorname{tang}\alpha \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4)$$

$$G = \sqrt[3]{\frac{A^2 . F . \cos^2\alpha . \gamma}{\sin\alpha . g}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 5)$$

$$G = \frac{A . \cos g\, \alpha}{v} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 6)$$

$$F = \frac{A . g}{v^3 . \sin^2\alpha\, \gamma} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 7)$$

$$F = \frac{G . g}{v^2 . \sin\alpha \cos\alpha\, \gamma} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 8)$$

$$F = \frac{G^3 . g}{A^2 . \cos^2\alpha \operatorname{tang}\alpha\, \gamma} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 9)$$

$$v = \sqrt[3]{\frac{A \,.\, g}{F \,.\, \sin^2\alpha \,\gamma}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 10)$$

$$v = \sqrt[3]{\frac{G \,.\, g}{F \,.\, \sin\alpha \,.\, \cos\alpha \,\gamma}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 11)$$

$$v = \frac{A \,.\, \cos \,.\, \alpha}{G} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 12)$$

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{A}{v \,.\, G} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 13)$$

$$\sin\alpha = \sqrt{\frac{A \,.\, g}{v^3 \,.\, F \,.\, \gamma}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 14)$$

$$\sin\alpha \,.\, \cos\alpha = \frac{G \,.\, g}{v^2 \,.\, F \,.\, \gamma} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 15)$$

$$\frac{\cos^2\alpha}{1 g \,.\, \alpha} = \frac{G^2 g}{A^2 \,.\, F \,.\, \gamma} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 16)$$

Aus diesen Gleichungen ergeben sich für die Praxis felgende Folgerungen:

1. Wenn bei irgend einem gegebenen Flugapparate mit bestimmtem Flächenmasse die Vermehrung der Betriebskraft erfolgt, so entsteht hierdurch keine proportionale Vermehrung des Hubvermögens, sondern nur eine Steigerung im Verhältnisse von $1 : \sqrt[3]{n^2}$, wenn man also mit der Arbeit 1 ein Gewicht $G = 1$ zu heben vermag, so wird man mit der Arbeit 2 nur ein Gewicht $\sqrt[3]{2^2} = 1 : 587$, mit der Arbeit 3 nur ein Gewicht $\sqrt[3]{3^2} = 2 \,.\, 080$ heben können. Zur Erzielung des 4fachen Auftriebes muss die pr. Sekunde aufgewendete Arbeitskraft auf das 8fache gesteigert werden, der Apparat würde aber in diesem Falle auch 2mal so schnell fliegen.

   Allgemein gilt: Zur $n$fachen Vermehrung des Auftriebes gehört eine $\sqrt{n^3}$fache Vermehrung der Arbeitskraft.

2. Zu einer $n$mal grösseren Flügelfläche bei gleicher Flügelstellung und gleicher Bewegungsgeschwindigkeit bedarf man einer $n$fachen Betriebskraft.

3. Eine $n$fache Flügelfläche gewährt bei gleicher Winkelstellung und gleicher Bewegungsgeschwindigkeit ein $n$mal grösseres Hubvermögen.

4. Eine Vergrösserung der Kraft bewirkt keine proportionale Steigerung der Geschwindigkeit, sondern bei Anwendung der Kräfte 1, 2, 3 ... resultirt nur eine Geschwindigkeit 1, $\sqrt[3]{2}$, $\sqrt[3]{3}$, ... oder umgekehrt die Geschwindigkeit 1, 2, 3 ..... erfordert den Kraftaufwand 1, 2^3, 3^3.

5. Es verhalten sich die Hubwirkungen einer geneigten, vorwärts gestossenen gewichtslosen Fläche, wie die Quadratwurzel aus den Geschwindigkeiten oder die Geschwindigkeiten wie die Quadrate der Hubwirkungen.

6. Bei gleichbleibender Fläche und gleichbleibendem barometrischem Luftdruck kann der Werth des gehobenen Gewichtes im Verhältniss zur aufgewendeten Arbeit auch grösser als die Arbeit sein; jedoch ist für jedes Werthverhältniss zwischen G und A ein bestimmter Neigungswinkel und eine bestimmte Geschwindigkeit erforderlich.

   Um also z. B. mit einer Betriebskraft = 1 mkg pr. Sekunde einen Auftrieb von 1 kgm zu erzielen, kann man entweder eine Fläche 0.5 qm im Winkel von 3° 10′ oder eine solche von 1 qm im Winkel von 6° 16′ oder eine solche von 2 qm im Winkel von 12° anwenden und dabei würde die Fläche von 0.5 qm eine Geschwindigkeit von 18.059 m, die Fläche von 1 qm eine solche von 9.107 m, die Fläche von 2 qm eine solche von 4.705 m anzunehmen haben.
7. Die erforderliche Betriebskraft ist um so kleiner, je kleiner der Neigungswinkel der gestossenen Fläche ist.

   Für die Verminderung des Kraftverbrauches ist somit der kleinste Neigungswinkel der gestossenen Fläche der vortheilhafteste.

Ferner begründet Herr v. Loessl durch Versuche die Luftstoss- und Widerstandsverhältnisse bei krummen Flächen und findet:

$$A\,\text{Kugel} = v^3 \times \frac{r^2\,\pi}{\gamma} \times \frac{\gamma}{g} \quad \ldots\ldots \quad 17)$$

$$A\,\text{Kegel} = v^3 \times \frac{r^2\,\pi}{\sin\alpha + \operatorname{cotg}\alpha} \times \frac{\gamma}{g} \quad \ldots\ldots \quad 18)$$

in welchen Formeln r den Kugel- oder Kegelhalbmesser in Metern und α den Winkel bedeuten, den die Schenkel des Kegels mitsammen einschliessen.

Diese beiden letzteren Formeln besagen, dass es von Vortheil sei, die Enden der Luftschiffe abzurunden oder zuzuspitzen, weil dadurch eine erhebliche Reduktion der in Rechnung zu stellenden Widerstandsfläche eintritt.

Mit Hülfe dieser Formeln und den aus denselben gezogenen Schlüssen lässt sich jedes dynamische oder aërostatische Werk bezüglich der ihm zukommenden Leistungsfähigkeit genau beurtheilen und lässt sich aus dem Resultate schliessen, ob das Projekt eine Berechtigung hat und wie weit dieselbe geht.

Handelt es sich um Beurtheilung von Aërostaten oder belasteten Segelballons, so muss in der Anwendung dieser Formeln mit Vorsicht vorgegangen werden, denn es erscheinen dann neue Faktoren, welche dieselben noch nicht berücksichtigen. Beispiele werden dies näher erläutern.

Es wollte Jemand einen dynamischen Flugapparat gleich dem Aërovéloce des Wilhelm Kress ausführen und er wählt hierzu eine Fläche, gleich jener der Unterfläche der Taube mit 0.075 qm, welcher er eine ständige Neigung von 10° giebt und er hätte den Apparat ausgeführt im Gesammtgewicht von 0.3 kg.

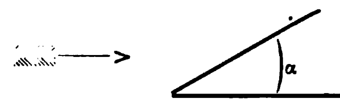
Es ergiebt sich aus den Loessl'schen Formeln, dass diese um 10° ge-

neigte Fläche, um horizontal vorwärts zu kommen, mit einer Geschwindigkeit von 14.59 m pr. Sekunde vorwärts geschoben werden muss und dass zur Leistung dieser Arbeit eine Kraft von 0.768 mkg aufzuwenden sein wird. Die Maschine und Apparat wiegen zusammen 0.3 kg, wie wir oben angenommen haben; nimmt man an, dass der Flügel und die anderweitige Konstruktion 0.15 kg absorbirt, so müsste 0.15 kg Maschinengewicht 0.768 kgm Leistung ermöglichen. Der Erbauer des Apparates wird sich daher, wenn er das Gewicht und die Leistungsfähigkeit seiner Maschine kennt, vollkommen klar darüber sein können, ob sein Apparat fliegen wird.

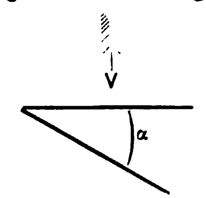
Würde man den Versuch machen, durch Verdoppelung der Liniendimensionen des Apparates einen Erfolg zu erzielen, d. h. die erforderliche Betriebskraft zu reduziren, so lehren die Loessl'schen Formeln, dass man da in einer grossen Täuschung befangen wäre, denn bei einer Fläche von 0.3 qm und dem damit verbundenen Eigengewichte von 2.4 kg erfordert dieser Flugapparat bei einer Neigung von 10°, um sich selbst horizontal zu tragen, eine Arbeit von 6.897 mkg, welche erst die in diesem Falle nothwendige Fahrgeschwindigkeit von 16.299 m pr. Sekunde zu erzielen vermöchte. Während der Kubikinhalt des Flugkörpers um das 8 fache zugenommen hat, musste die Betriebskraft um das 8.98fache vermehrt werden!

Es geht also nicht an, einen dynamischen Flugkörper nach einem bestimmten Massstabe proportional zu vergrössern, denn hierdurch wird dessen Leistungsfähigkeit geschmälert.

Die Formeln des Herrn v. Loessl haben für dynamische Flugschiffe, welche auf dem Prinzipe des Aëroplanes beruhen



und also den Vorstoss einer nur den Winkel α aufwärts geneigten Ebene behandeln, dann volle Berechtigung, so lange die Grösse G positiv bleibt und nicht grösser wird, wie sie aus der Fundamentalformel 2 hervorgeht. Diese Formeln gelten daher für alle Fälle des dynamischen Fluges über der Horizontalen, aber sie können in ihrer gegenwärtigen Form nicht angewendet werden, wenn das Gewicht des Flugkörpers im Bewegungsmedium entweder Null oder Minus wie bei den Aërostaten wird oder wenn das berechnete Gewicht G darum nicht mehr als Bedingung des Fluges angenommen werden kann, weil es sich nicht mehr darum handelt, die Tragfähigkeit der Luft durch eine aufwärts geneigte und vorwärts gestossene Fläche zu ermitteln, sondern die entgegengesetzte Stellung der Fläche



eine andere Wirkung des Gewichtes G, wie bei den belasteten Segelballons hervorrufen muss.

Die dann vorzunehmenden Modifikationen an den Formeln resultiren aus folgenden Beispielen.

Es wäre der Ballon Renard-Krebs bezüglich seiner Leistungsfähigkeit zu untersuchen.

Der Ballon hat bekanntlich kegelförmig zugespitzte Enden und einen grössten Querschnitt von 9.6 m Durchmesser = 72.55 qm Fläche, welcher der Kegelform und des spitzen Schenkelwinkels des Kegels halber mit der reduzirten Fläche $\frac{72.55}{5}$ = rund 14 qm in Rechnung gestellt werden kann.

Die Fundamentalformel für die Arbeit lautet

$$A = v^3 F \sin^2 \alpha \frac{\gamma}{g}.$$

Aus dieser Formel verschwindet für den Fall, dass das spezifische Gewicht des Ballons mit jenem der Luft gleich ist, der Ballon daher weder eine Steigkraft noch eine Falltendenz äussert und dessen Axe horizontal ist, $\sin^2 \alpha$ gänzlich, weil es sich nicht mehr um den Vorstoss einer geneigten Fläche, sondern um den Vorstoss eines horizontal liegenden Kegels handelt. Nimmt man ferner $\frac{\gamma}{g} = 0.1$ entsprechend den gewöhnlichen Barometerständen an, so ist $A = v^3 F \,.\, 0.1$.

Die Herren Renard und Krebs geben die mit ihrem Luftschiff bei ruhiger Luft erzielte Fahrgeschwindigkeit mit 5 m pr. Sekunde an und da $F = 14$ gefunden wurde, so wird $A = 125 \times 14 \times 0.1 = 173.6 = 2.3$ Pferdekr. Die Maschine der Herren Renard und Krebs musste daher, um die von ihnen behauptete Fahrgeschwindigkeit zu erzielen, an der Nabe der Schraube 2—3 Pferdekräfte äussern.

(Schluss folgt.)

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Unsere Zeit. Deutsche Revue der Gegenwart, herausgegeben von R. v. Gottschall. Jahrgang 1885. Leipzig, F. A. Brockhaus.

Auf zwei im Januar, bezüglich im Märzhefte dieser Zeitschrift veröffentlichte Essays des Herrn Regierungsrath Professor Pisko zu Wien über den gegenwärtigen Stand der Luftschifffahrt möchten wir die Aufmerksamkeit unserer Vereinsmitglieder und aller Freunde der Aëronautik lenken. Sie sind offenbar das Vollständigste und Bedeutendste, was neuerdings über dieses Thema in deutscher Sprache dem grösseren Lesepublikum geboten worden ist.

Es gab eine Zeit und sie ist noch nicht lange vorbei, in welcher die Techniker im Staats- und im gesellschaftlichen Leben nicht recht für voll und beinahe nur als eine höhere Klasse der Kunsthandwerker angesehen wurden. Mancher tüchtige

Kopf hat unter dieser Art von Zurücksetzung leiden müssen. Aber derartige falsche Anschauungen in Bezug auf eine Klasse von Leuten, denen die heutige Generation einen grossen Theil ihres Fortschrittes und Wohlergehens verdankt, konnten nicht lange andauern. Den gefeierten Namen eines Fulton, Watt, Jacquard und Stephenson schlossen sich die der Gebrüder Siemens, Krupp, Borsig, Lesseps, Fovres und vieler Andern an, welche im raschen Fluge die Gebiete der Technik in früher nicht geahnter Weise erweiterten und einen feindlichen Wettkampf der Nationen entflammten, der bereits Herrliches geleistet hat und noch Grösseres erwarten lässt. Es wird aber immerhin eine gewisse Zeit vergehen, bis unsere heranwachsende Jugend richtig zu würdigen lernt, wie ungemein viel wir Männern, wie den vorgedachten, zu danken haben. Gegenwärtig befinden wir uns aber allem Anschein nach in einer Uebergangsperiode und selbst der Gebildete geniesst mit einem gewissen naiven Behagen, man möchte sagen auf Schritt und Tritt, was die Neuzeit an technischen Erfindungen zu seinem Vortheile und Genuss gebracht hat, meist ohne das Bedürfniss zu empfinden, sich mit der Sache selbst näher bekannt zu machen. In hochgebildeten Kreisen sogar werden sich immer nur Einzelne finden, die, wenn das Thema zur Sprache kommt, im Stande sind, genaue Rechenschaft z. B. von der Wirkung des Dampfes in der Lokomotive oder von der des elektrischen Stromes im Telephon zu geben. Kommt die Rede auf Glühlampen und Bogenlicht, auf Accumulatoren und Dynamomaschinen oder auf Photographie und Gasbeleuchtung, so zeigt sich in der Regel eine bedenkliche Unklarheit und Unsicherheit in der Beurtheilung dieser Dinge und man hört die seltsamsten Ansichten, selbst aus dem Munde von Leuten, die vielleicht auf andern wissenschaftlichen Gebieten als Autoritäten gelten. Und das sind nun Dinge, denen wir heutigen Tages, zumal in den grossen Städten, überall begegnen, die meist schon recht eigentlich Lebensbedürfnisse geworden sind! Wie viel ungünstiger verhält es sich nun in dieser Beziehung mit Erfindungen, die dem Publikum nicht direkt Nutzen bringen, seltener zu sehen und den Meisten nur aus Abbildungen und Büchern bekannt sind? Es lässt sich nicht leugnen, die Unwissenheit, welche in diesen Dingen allgemein herrscht, wirkt bisweilen geradezu verblüffend. Wie oft hört man nicht z. B. bei Gelegenheit öffentlicher Ballonfahrten die Montgolfière mit dem Gasballon verwechseln? Es wird aber gewiss heutigen Tages, je länger desto mehr eine Nothwendigkeit für alle Gebildeten, den Erfindungen dieser Art nicht verständnisslos gegenüberzustehen und wenn auch nicht die Einzelnheiten der Konstruktion, so doch das Grundprincip derartiger Mechanismen zu begreifen und eine allgemeine Kenntniss davon zu besitzen, wie sich die Erfindung entwickelt und vervollkommnet hat.

Ehre den Gelehrten, die in dieser Richtung thätig sind und die es verstehen, die Resultate der Wissenschaft in ansprechender Form zum Gemeingute Vieler zu machen. Die in Rede stehenden Aufsätze des Herrn Professor Pisko werden dieses Ziel in Bezug auf die Luftschifffahrt sicher erreichen und nicht verfehlen, derselben eine grössere Anzahl neuer Freunde zu gewinnen. Was er schreibt, hat der Herr Verfasser nicht aus Büchern einfach zusammengetragen, sondern das historische Material kritisch gesichtet und mit gründlicher Sachkenntniss das Wichtigste hervorgehoben.

Der erste Theil des Essays über die statische Aëronautik enthält Vieles, was in dieser Zeitschrift bereits mehrfach besprochen ist; der zweite Theil desselben jedoch, der über die dynamische Luftschifffahrt handelt, bringt Manches, was auch unsern Vereinsmitgliedern neu sein dürfte und erregt besonderes Interesse. Durch

die Zuvorkommenheit des Herrn Verfassers und die Gefälligkeit seines Herrn Verlegers sind wir in der Lage, ein Bruchstück dieses zweiten Aufsatzes nachfolgend mittheilen zu können, und sind überzeugt, dass das Mitgetheilte den Wunsch rege machen wird, die ganze Schrift kennen zu lernen.*)

Herr Prof. Dr. Pisko schreibt:

„. . . Auch an ernsten Bestrebungen, die aufsteigenden Luftschrauben oder Hélicoptères für die Luftschifffahrt ohne Gasballon zu verwerthen, hat es nicht gefehlt. Man dachte sich das Vehikel specifisch schwerer als die Luft und vertical emporgehoben durch eine oder mehrere Luftschrauben mit lothrechten Achsen. Horizontal sollte dasselbe weiter bewegt werden mittels Luftschraube an wagerechter Achse, wobei die Lenkung nach rechts oder links durch Vertikalsteuer zu geschehen hätte. Nach dieser Richtung waren besonders die Franzosen — angeregt von d'Amécourt, de la Landelle, Nadar und Babinet — eifrig thätig (1861—64), jedoch ohne andern Erfolg als den, die Aviation überhaupt wieder in Aufnahme gebracht zu haben. Das mit Dampf betriebene Modell eines Hélicoptère von d'Amécourt wollte sich nicht erheben (1863). Dagegen flog, nach dem Bericht über die erste aëronautische Ausstellung (London 1868), schon im Jahre 1842 ein derartiges Modell von Phillips in die Höhe, wobei die von schwach geneigten Fächern gebildete Schraube durch die Reaktion des einseitig austretenden Dampfes, wie bei der Heronskugel, in schnelle Rotation versetzt wurde. Bekanntlich beruhen auf diesem Princip die Turbinen, und es mag hier erwähnt sein, dass die Reaktion mittels einseitig ausströmender Flüssigkeiten, Dämpfe oder Gase schon seit einem Jahrhundert öfter zur Bewegung der Luftfahrzeuge vorgeschlagen worden ist. In jüngster Zeit (1877) hat ein italienischer Ingenieur Forlanini mittels einer kleinen Dampfmaschine, welche auf eine Luftschraube mit lothrechter Achse wirkte, eine 3,5 Kilogramm wiegende Flugmaschine bis auf 13 Meter Höhe gehoben, worauf der Apparat während 20 Secunden vorwärts schwebte. Letzteres erklärt sich daraus, dass unterhalb der zwei rotirenden Schraubenflächen zwei grosse Horizontalflügel unbeweglich lagen, die bei äusserst schwacher Neigung wie schiefe Fallschirme eine Fortbewegung zur Folge hatten. Die Oberfläche der Schraubenflügel dieses Apparats betrug zwei Quadratmeter. Der auf acht Atmosphären gespannte Wasserdampf wurde zu den mit Kolben versehenen Cylinderchen aus einer mitfahrenden hohlen, ein Kilogramm schweren Stahlkugel zugelassen. Letztere enthielt bis zu zwei Drittel ihres Raumes stark überhitztes Wasser. Mittels Kegelräder übertrug sich die Arbeit von jenen Cylinderchen auf die vertikalachsige Luftschraube.

Messende Versuche von Giffard, Lambert, Landur, Wenham u. a. m. haben gelehrt, dass bei der Hebung von Flugmaschinen durch vertikalachsige Schrauben nur ein Sechzehntel der aufgewendeten Arbeit nutzbar verbraucht wird, der Rest aber verloren geht. Dies hat zur Folge, dass man für die Praxis an die hebenden Luftschrauben nicht mehr denkt, sondern an horizontalachsige Luftschrauben in Verbindung mit einer schiefen Ebene. Die Vorschläge und Modelle dieser Art sind bereits in mannichfaltiger Gestalt so zahlreich vorhanden, dass es unmöglich ist, dieselben hier im Einzelnen zu besprechen; sie treten unter den verschiedensten Specialnamen auf, lassen sich jedoch meist mit den allgemein üblichen Benennungen, wie Aëroplanes, Luftebenen, Drachenschweber, Drachen- oder Segelflieger bringen. Eine grössere Anzahl derselben findet man in dem chronologischen „Tableau d'Aviation"

*) Dieselbe befindet sich in der Vereinsbibliothek.

von Dieuaide (Paris 1880) abgebildet und mit einigen Worten beschrieben. Aus dieser Aviationstabelle heben wir heraus die erste Aëroplane von Henson (1842), dann jene von Du Temple (1857), Stringfellow (1868), Pénaud (1871), Pénaud und Gauchot (1876) und Tatin (1879). Ergänzend fügen wir hinzu die „Aëroveloce" von Kress (veröffentlicht im Selbstverlag, Wien 1880). Die soeben genannten Aëroplanes haben selbstverständlich, da sie zu einer und derselben Klasse dynamischer Luftfahrzeuge gehören, viel Gemeinsames. Im Allgemeinen sind ihre Tragflächen von grosser Ausdehnung, und sie bilden mit dem Horizont nur einen sehr kleinen, nach oben offenen Winkel. Ihre Anfangsgeschwindigkeit lässt man sie meist durch „Anlauf" erwerben, und zwar zu Lande, wenn das Fahrzeug als Wagen oder Schlitten gebaut ist, oder zu Wasser, wenn es die Form eines Kahnes hat. Im ersten Falle leistet das Herabfahren auf schiefer Ebene gute Dienste. Wegen zu grosser Ausdehnung der Tragflächen hat Wenham (1867) eine Zerfällung derselben in mehrere kleinere übereinanderliegende Schiefebenen vorgeschlagen, was Stringfellow ein Jahr später auch ausführt hat. Zur Lenkung in der lothrechten Ebene besitzen die Aëroplanes Steuerruder in Form eines im Horizont liegenden Schwanzes; zur Drehung nach links oder rechts dienen mit der Vertikalebene zusammenfallende Steuer. Stringfellow betrieb sein Modell während der aëronautischen Ausstellung im Glaspalast zu Sydenham bei London (1868) mit einer kleinen, leichten Dampfmaschine; es verliess jedoch einen Draht, längs welchen es lief, nicht. Die motorische Kraft für Tatin's Aëroplane lieferte bis auf sieben Atmosphären verdichtete Luft, welche in einem starken, kleinen Recipienten des Modells enthalten war. Die erzielte Bewegung in der Luft glich mehr einem kurz dauernden niedrigen Wurf als einem Flug, wobei der Experimentator schon erfreut war, dass das Vehikel einmal über den Kopf eines Zuschauers sich erhob. Dem gegenüber scheint schon die Leistung der ersten Aëroplane Pénaud's von Bedeutung; denn ihre mittels gedrehter Kautschukschnüre bewegte Luftschraube bewirkte einen Flug von 2,5 Meter Höhe und im Mittel von 40 Meter Länge für die Dauer von 11 Sekunden. Bessere Modelle ergaben sogar 13 Sekunden Flugzeit mit einer Flugweite von 60 Meter. Dieses günstige Resultat ermunterte ihn, im Verein mit Gauchot, zum Bau eines grössern Dampfmodells einer Aëroplane, welches jedoch widriger Verhältnisse halber nicht zu Ende geführt wurde. Auch die Modelle der Aëroveloce von Kress durchflogen, nach einem kurzen Anlauf von einem gewöhnlichen Tisch, den grossen Saal des Niederösterreichischen Gewerbevereins in Wien (1880). Die Flügel der eigenthümlichen Schraube dieses Modells besitzen Elasticität und gewinnen selbstthätig die günstigste Winkelstellung; sie werden ebenfalls, wie bei Pénaud, mittels zusammengedrehter Gummischnüre in Rotation versetzt. Bei der Ausführung im Grossen käme selbstverständlich eine äusserst leichte und doch solide, sowie kräftige Dampf-, Gas- oder Elektrodynamomaschine als Motor in Anwendung.

Die Aëroplanes lassen sich zwar unter verschiedene kleine Winkel gegen den Horizont feststellen; sie bleiben aber während der Luftfahrt in der ihnen ertheilten Lage und vermögen nicht, sich den veränderten Verhältnissen selbstthätig zu accomodiren, wie dies bei ihrem Vorbilde, dem Steigdrachen, in so glücklicher Weise der Fall ist. Auch fürchtet man ihre grosse Ausdehnung als Windfang. Diese und noch andere Bedenken hatten zur Folge, dass einige Flugtechniker lieber die Vögel mit ihren elastischen, beweglichen und nicht allzu grossen Fittichen als Muster für ihre Flugmaschinen annahmen, und daher künstliche Flieger mit bewegten Flügeln, jedoch in so einfacher Weise konstruirten, dass ihre Flugmodelle kaum die ihnen ertheilte

Benennung „künstliche oder mechanische Vögel“ verdienen. Diese Flugmaschinchen wurden 1871—72 von Pénaud, Jobert und Hureau de Villeneuve und etwas später auch von Tatin in verschiedenen Formen angefertigt. Die einfachsten ihrer Modelle kamen bald darauf als Spielerei nicht nur in Frankreich, sondern auch in andern Ländern um billigen Preis in den Handel. Im wesentlichen besteht dies allgemein bekannte Spielzeug aus zwei oder vier Flügeln, welche mittels gedrehter Kautschukschnüre in eine rasch flatternde Bewegung gerathen, wodurch der mit einem Horizontalschwanz bewaffnete Flieger sich in die Luft erhebt und auch mehrere Meter vorwärts fliegt. Die Dauer des Fluges erstreckt sich auf etwa 6—8 Sekunden. Da trotz aller spätern Bemühungen der obengenannten Erfinder ihre „mechanischen Vögel“ und „Orthopteres“ (so heissen die künstlichen Vierflügler nach der gleichnamigen Insektenklasse) sich für die Aviation praktich nicht verwerthen liessen, so gingen Pénaud und Tatin zu den Anhängern der Aëroplanes über.

Bisher haben sich nur kleine Flugmodelle in die Luft erhoben, und ihre Flugdauer hat keine halbe Minute erreicht; denn für länger genügte die Energie ihrer Motoren nicht, d. i. die Federkraft zusammengedrehter Gummischnüre oder die Spannkraft verdichteter Luft oder des Dampfes, welch letztere in kleinen Recipienten aufgespeichert waren. In allen diesen Fällen fuhren die antreibenden Motoren mit dem Flugapparat, was schon gegen jene ältern Luftkreisel einen Fortschritt bedeutet, bei welchen die Motoren nach ihrem Antrieb zurückblieben, z. B. bei Luftschrauben mit Abzugschnur oder Feder, sodass der Flugapparat eigentlich ein Fluggeschoss war. Allein auch bei den neuern Modellen konnte kein Krafterzeuger, z. B. kein Dampfkessel sammt Feuerung oder keine galvanische Batterie, mitgenommen werden, weil dieselben für die hebende Leistung der Schraubenflächen oder der schlagenden Flügel zu viel Gewicht besassen. Deshalb musste eben die Energie in der Federkraft der Gummischnüre oder in der zusammengepressten Luft, z. B. bei Tatin's Aëroplane, oder mittels überhitzten Wassers (z. B. bei Forlarini's Hélicoptère) angesammelt und nur als Vorrath, nicht aber als Quelle der Energie mitgegeben werden, was jedoch nur für kurze Zeit gelingt. Für längere Dauer würden die Magazine der Energie wieder ein zu mächtiges Gewicht gewinnen, was abermals gegen die Erhebung der Apparate spricht. Die Rechnung hat gelehrt, dass für die Luftschifffahrt ohne Gasballon das Gewicht des Motors im Verhältniss zu seiner Leistungsfähigkeit so gering sein müsste, dass es nach dem gegenwärtigen, obwohl sehr vorgeschrittenen Stande des Motorenbaues unmöglich ist, diese Bedingung zu erfüllen. Um diesem noch fraglichen Motor seine Aufgabe zu erleichtern, muss selbstverständlich auch der zu ihm gehörige Flugapparat möglichst wenig Gewicht besitzen. Die geforderte Leichtigkeit der dynamischen Luftschiffe, sowie ihrer Motoren ist um so schwieriger herzustellen, als beide auch fest und ausdauernd gebaut sein müssten und überdies Personen, Lasten und Vorräthe für die Maschine u. dgl. m. mitzunehmen hätten. Noch mehr also als die Ballonnautiker interessiren sich die Aviateure für Motoren, die solid und doch möglichst leicht an Gewicht gebaut sind, wie z. B. bei einer vielgenannten kleinen Dampfmaschine von Herreshoff für ein Unterhaltungsboot am Genfer See, welche bei vier Pferdekräften nur 22 Kilogramm und 650 Gramm wog, sodass sich nur 5,662 Kilogramm für eine Pferdekraft ergab. Auch andere Konstrukteure (Moy und Shill in Oxford, Lilienthal in Berlin, Abraham in Nürnberg, Temple in Paris) wetteifern darin, das Gewicht des Motors für je eine Pferdestärke nach Thunlichkeit zu verringern. Natürlich geht dies nur, mit Hinblick auf die

nothwendige Solidität des Motors, bis zu einer gewissen Grenze. Dann wird man auch die Hebekraft der Schraube oder Flügel durch ihre Schnelligkeit sowie durch ihre beste Form und angemessene Grösse zu steigern suchen. Die weitere Erleichterung des Flugapparats wird sich auf seine Baumaterialien selbst erstrecken, und man wird in dieser Beziehung an die Stärke hohler Stützen und hohler Traversen, dann an jene gepresste Papiermasse der Neuzeit zu denken haben, aus der man jetzt Fässer, Kähne, Waggonräder u. dgl. m. mit so günstigem Erfolg formt; ferner werden leichte Holzarten, vielleicht auch das Aluminium u. dgl. m. in Betracht kommen. Aus der einen Hauptforderung der ausserordentlichen Leichtigkeit der Flugmaschine sowie ihres Motors ergeben sich für die Durchführung, welche ja auch die Stärke und Sicherheit des Apparates im Auge behalten muss, ungewöhnlich schwer zu lösende Einzelaufgaben. Ob, wie und wann es glücken wird, die hier nur angedeuteten hohen Schwierigkeiten zu überwinden, darüber sind die Aëronautiker sehr verschiedener Meinung. Die extremen Ballonnautiker rufen „Nie!“ die begeisterten Aviateure sagen „Sogleich“, wenn man ihnen nur das Kapital zu den theuern und vielen Vorversuchen sowie zur endlichen Ausführung geben wollte. Die gemässigten Aviateure rechnen und experimentiren fleissig und hoffen ebenfalls auf ein Gelingen, jedoch, im Bewusstsein der principiellen Schwierigkeit, nicht schon in der nächsten Zeit, sondern erst nach Ueberwindung der vielen Hindernisse, die eben aus jener schwer zu erfüllenden Hauptbedingung entspringen. Darin sind alle Aviateure einig, dass ihnen ebenfalls, wie den Ballonnautikern, von den Kriegsverwaltungen oder von aëronautischen Gesellschaften die Mittel zu ihren Studien und Experimenten geboten werden sollten, da die Geldkraft des Einzelnen hier nicht auslangt und gewöhnlich zu Ende geht, wo der Forscher auf diesem Gebiete gerade auf bestem Wege zum Ziele ist. In der That sollten die ernsten und vertrauenswerthen Arbeiter auf diesem Gebiete schon deshalb berücksichtigt werden, weil ihre Studien über den Luftwiderstand, die Schrauben, Flügel, Steuer, Motoren u. dgl. m. jedenfalls der Aëronautik von Nutzen sein werden, wenn auch die Lösung ihres Hauptproblems noch sehr fern zu liegen scheint. So viel ist doch sicher, dass ihr Luftschiff kein Luftschloss ist, sondern im Bereich der Möglichkeit liegt. (Wellner, „Die Möglichkeit der Luftschifffahrt“, 1880.) Es ist noch kein Jahrzehnt verflossen, und die Erfindung des sprechenden Telephons erschien ebenso unwahrscheinlich wie jetzt der dynamische Flugapparat — es kommt eben auf den rechten und glücklichen Griff an, und das Unmöglichscheinende wird zur Wirklichkeit. Die Theorie erklärt die dynamische Luftschifffahrt nicht für unmöglich, sondern die gegenwärtige Praxis kann nur die Mittel noch nicht finden, die theoretischen Forderungen genügend zu erfüllen. Einstweilen bahnt hier die Theorie der Praxis, wie so oft, die bessern Wege; wir verweisen in dieser Richtung besonders auf die „Studie über aërodynamische Grundformeln an der Hand von Experimenten“ vom Oberingenieur R. von Lössl („Sitzungsberichte der Fachgruppe für Flugtechnik des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins“, 1881), ferner auf die Arbeiten über „Flugtechnik“ vom Professor Gustav Schmidt („Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins“, Wien 1877), und vom Ingenieur P. W. Lippert („Natürliche Fliegersysteme“, Wien 1884), dann auch auf die vielen theoretischen Schriften über Flugmechanismen in den aëronautischen Fach- und Zeitschriften.

Da die Luftschifffahrt mittels dynamischer Flugmaschinen, hauptsächlich wegen Mangels ausserordentlich leichter und doch solider sowie kräftiger Motore, noch sehr

weit von ihrer Verwirklichung entfernt ist, so erscheint das Misstrauen gerechtfertigt, womit heutzutage schnellfertige Projekte für ballonlose Flugschiffe aufgenommen werden. Hierher gehört z. B. der Plan eines für viele Personen bestimmten dynamischen Luftschiffes zur Umsegelung der Erde, welcher unter der Firma Edison's im Newyorker „Daily Graphic“ am 1. April 1880 mit Illustrationen des Schiffes, der Boote sowie eines Ab- und Anlaufthurmes erschienen ist. Dieses wie ein Seeschiff elegant ausgestattete Luftfahrzeug sollte Räder für den Ab- und Anlauf und drei Paar symmetrisch gelegene, von einem Gas- oder Elektromotor bewegte grosse Fledermausflügel besitzen. Das Ganze macht den Eindruck eines feinen geistvollen Scherzes (man denke an den 1. April), der um so gelungener wäre, als er von vielen für Ernst genommen ward. Jedenfalls scheint der berühmte Elektrotechniker im Menlo-Park dieser Publikation fremd zu sein, denn seine Aeusserungen in der Unterredung mit einem Berichterstatter des „New-York Herald“ lauten nach diesem Blatte vom 3. August desselben Jahres viel reservirter und der wahren Sachlage entsprechender, wenn auch minder interessant als die lufterobernden Projekte jenes ersten Blattes.

Weil es gegenwärtig noch nicht möglich ist, brauchbare solide dynamische Flugfahrzeuge und ihre Motoren leicht herzustellen, wie es die Rechnung fordert, so hat man in jüngerer Zeit daran gedacht, das in der dynamischen Luftschifffahrt zur Geltung kommende Princip vom Fliegen specifisch schwererer Körper als die Luft, sowie auch von der Anwendung schiefer Flächen, mit dem Gasballon zu verbinden. Man kam dadurch wieder auf ältere Vorschläge zurück. „Lasst euerm Luftballon nur noch ein wenig Uebergewicht“, sagt Relbeck (1805; vergl. Zachariä, „Luftschwimmkunst“, 1807, S. 20), „und überwindet dies mit ein Paar Flügeln, nach Art eines Vogels.“ Da haben wir die Idee des „Plus lourd que l'air“ im Keim, der sich später weiter entwickelt. Bezüglich der Verbindung der schiefen Flächen mit dem Luftballon behufs Lenkung des letztern hat schon Bourgeois (1784; vergl. Zachariä, „Luftschwimmkunst“, 1807, S. 25) sich geäussert, dass eine solche, wenn der Ballon in abwechselnder Stärke erwärmt wird, „bald emporgetrieben, bald sinken“ wird, und zwar beides in schiefer Richtung, je nach der Neigung der schiefen Fläche am Aërostaten. Daraus ergiebt sich ein Weiterkommen im Zickzack. Dieses Princip wurde vor Kurzem (1883) in selbstständiger und origineller Weise vom Professor Wellner angenommen. Bei seinem „lenkbaren Segelballon“ befindet sich entweder zwischen dem Ballon und der Gondel eine, um eine wagerechte Achse drehbare und sich selbstthätig in eine schräge Lage versetzende Segelfläche, oder er lässt die schiefe Fläche von der gasgefüllten Ballonhülle selbst bilden. Die Steuerung kann durch ein Lenkruder oder durch ungleichmässiges seitliches Erwärmen bewirkt werden. Man wird diese Segel, welche schief gegen die Richtung des Auftriebes liegen, nicht mit jenen verwechseln, die man gleich nach Erfindung der Aërostaten in lothrechter Ebene quer gegen den Wind stellte, ohne Erfolg, weil der Luftstrom den Ballon sammt Segel in seiner Richtung forttreibt. Die Segelballons bedürfen keiner Bewegungsmaschine, denn bei ihrem schiefen Wege nach aufwärts ist ihre Steigkraft, beim Abwärtsfallen ihr Gewicht der bewegende Faktor.

Auch A. Platte will (1883) eine möglichst grosse ringförmige Aequatorfläche, welche am kugelförmigen Gasballon so angebracht ist, dass sie sich unter kleinen Winkeln gegen die Horizontalebene nach jeder Seite des Raumes verstellen lässt, als Segelfläche im obigen Sinne anwenden. Die jeweilig erforderliche Richtung sowie Neigung der letztern gegen die Horizontalebene sollte dadurch erzielt werden, dass

man die am Aequatorschirm hängende Gondel kreislinig und excentrisch verschieben könnte; später (1884) lässt jedoch der Erfinder die Einstellung der Aequatorfläche einfacher durch Zugseile bewirken, während die Gondel am Ballon wie gewöhnlich befestigt ist. Da Platte aber nach dem Vorbilde der natürlichen Flieger und dem in seinen „Aëronautischen Betrachtungen" (Wien 1879) angenommenen Grundsatz getreu, sein Luftfahrzeug so belastet, dass es specifisch schwerer als die Luft erscheint, so entfällt der Auftrieb als bewegende Kraft bei seinem Ballon, und er verwendet daher eine mit lothrechter Achse stehende, von einem Gasometer bewegte Luftschraube zum Heben seines Flugapparats, wobei die schiefliegende Aequatorialfläche die schräge Richtung des Aufflugs bewirkt. Für die Rückkehr zum Ausgangspunkt des Ballons braucht man dann nur, bei ruhiger Luft, die Arbeit der Schraube einzustellen; für einen andern Zielpunkt nach abwärts wird die aequatoriale Segelfläche, bei ruhender Luftschraube, entsprechend gerichtet. Da sich die Achse der letztern auch schief unter verschiedenen Winkeln verstellen lässt, so kann man, nach dem Gesetze vom Kräfteparallelogramm, jegliche Flugrichtung, also auch eine wagerechte, erzielen. Durch das Ausbalanciren seines aërostatischen Luftfahrzeuges bis auf ein gewisses specifisches Gewicht, welches jedenfalls etwas grösser als die Luft ist und jenes der Vögel erreichen kann, gewinnt Platte einen Flugapparat, der viel Analoges mit den natürlichen Fliegern hat, besonders in Hinsicht auf das Uebergewicht und die Fallschirmwirkung beim Herabsinken. Sowohl über Platte's, als Wellner's mit Segelflächen versehene Gasballons findet man, ausser ihren eigenen, dieses Thema behandelnden, lithographirten Schriften, mehrere Aufsätze im zweiten Bande (1883) der „Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt". Im ersten Bande (1882) dieser Zeitschrift kann man auch das Nähere über das bereits im ersten Aufsatze erwähnte Baumgarten'sche Luftschiff nachsehen, welches ebenfalls etwas specifisch schwerer als die atmosphärische Luft oder mindestens mit derselben von gleichem specifischen Gewicht ist. Da dasselbe keine Segelfläche hat, so dienen zu seiner Hebung sowohl wie zu seiner Fortbewegung passend gelegte Luftschrauben. Und so sind wir endlich abermals, wie bei unserer ersten Darstellung, bei dem Punkte angelangt, wo wir wiederholen können, dass vielleicht derartige Luftfahrzeuge den Uebergang von der Aërostation zur Aviation bilden werden. Solche Ballons verzichten zwar auf den Auftrieb des Gases, welches hier nur dazu dient, das mittlere specifische Gewicht des ganzen Flugapparats so weit herabzustimmen, wie es die Rechnung verlangt; sie bieten aber, weil sie kleiner sein können, einen geringern Bewegungswiderstand als die grossen Steigballons, und sind auch, als specifisch schwerer, weniger der Spielball der Winde. Dass sie zur Hebung Maschinenkraft bedürfen, ist richtig, dagegen entfallen die Kosten für mehr Gas sowie für die grössere Hülle. Uebrigens lässt sich ja auch der Steigballon als eine arbeitsleistende Maschine auffassen, wie dies Ingenieur Jos. Popper in seiner Schrift „Ueber die Quelle und den Betrag der durch Luftballons geleisteten Arbeit" („Sitzungsberichte der Wiener Akademie", 1875) gezeigt hat."

Brockhaus, Konversationslexikon, 13. Auflage. Leipzig, 1885.

Wenn heutigen Tages noch in den Kreisen der Gebildeten häufig mit Achselzucken und einem gewissen herablassenden Mitleid die Bestrebungen von Technikern besprochen werden, welche die Erfindung der Aërostaten möglichst ausbeuten und für die Wissenschaft, sowie für die Kriegführung nutzbringend gestalten möchten, so

liegt dies theils an den vielen missglückten Versuchen enthusiaster aber technisch ungenügend geschulter Verehrer der Luftschifffahrt, theils an den in mannigfacher Hinsicht mangelhaften und unsichern Berichten, welche wohlmeinende aber mit der Sache zu wenig vertraute Schriftsteller über dieselbe erstattet haben. Eine grosse Menge unklarer Anschauungen und historischer Irrthümer haben in Folge dessen Bürgerrecht in der öffentlichen Meinung erlangt und die aëronautische Frage, welche unstreitig das lebhafteste Interesse jedes Denkenden verdiente, in Missachtung gebracht. Es scheint jedoch, dass wir in dieser Hinsicht gegenwärtig an einem Wendepunkte angelangt sind. Der menschliche Geist unermüdlich und rasch auch auf technischem Gebiete vorwärts strebend, hat neuerdings das so oft als unmöglich hingestellte lenkbare Luftschiff in die Wirklichkeit treten lassen, hierdurch hat sich die Aufmerksamkeit befähigter Gelehrten der Sache zugewendet und es fehlt nun nicht mehr an gediegenen Schriften über Aëronautik, welche geeignet sind, die öffentliche Meinung aufzuklären und eine unpartheiische Würdigung auch dieses interessanten Zweiges der Technik herbeizuführen. In diesem Sinne müssen es die Freunde der Luftschifffahrt besonders dankbar anerkennen, wenn Werke, die seit lange einen Weltruf besitzen und dazu bestimmt sind, Bildung und Kenntnisse in die weitesten Schichten des Volkes zu tragen, wie Brockhaus Konversationslexikon, auch diesem schwierigen Problem unbefangen und gerecht näher treten. Der Artikel. „Luftschifffahrt“ der neuen (dreizehnten) Auflage des berühmten Sammelwerks bringt in der That, in kurzer, knapper Form, eine auf sorgfältigem Quellenstudium beruhende Darstellung alles dessen, was bisher auf aëronautischem Gebiete erdacht, versucht und geleistet worden ist. Man wird daher künftighin gebildete Nichttechniker, die sich gern ohne Zeitverlust und besondere Mühe über das Wesen und den jetzigen Stand der Aëronautik unterrichten wollen, auf den vorgedachten vortrefflich geschriebenen Artikel hinweisen können. Die demselben beigegebenen Kupfer sind leider nicht in chronologischer Reihenfolge geordnet, lassen aber in der Ausführung nichts zu wünschen und bringen das Wichtigste der Sache in zweckmässiger Auswahl zur Anschauung. v. H.

Streffleur's Oesterreichische Militärische Zeitschrift. Redigirt von M. E. v. Angeli, K. K. Major. XXVI. Jahrgang, II. Band, IV. Heft. Wien, 1885.

Das bezeichnete Heft enthält eine von Lieutenant F. Wolff verfasste Besprechung unserer Zeitschrift. Es heisst darin wörtlich: „Mit Beginn dieses Jahres ist die Zeitschrift in den vierten Jahrgang ihres Bestehens getreten. Ein Rückblick auf die drei Jahrgänge dieser Zeitschrift wird jeden Unbefangenen erkennen lassen, dass in derselben ein kostbares Material niedergelegt ist, welches von den Sammlungen anderer, gleichen Zweck verfolgenden Korporationen in keiner Weise übertroffen wird. Die Aufsätze sind sehr gehaltvoll, auf streng wissenschaftlichen Kalkül basirt und geben Zeugniss dafür, dass die Autoren bestrebt waren, dem Gebiete vager Möglichkeiten fern zu bleiben und zur Erreichung des Zieles wirklich nützliche reelle Beiträge zu leisten. Die Zeitschrift enthält eine Sammlung von Thatsachen, welche über kurz oder lang die Bausteine sein werden, aus welchen das lenkbare Luftschiff entsteht. Ein lenkbares Luftschiff selbst kann der Verein nicht erfinden, aber er kann die Suchenden führen, damit sie sich in dem Labyrinth, welches gewiss einen zum Ziele leitenden Weg enthält, nicht auf Seitenpfaden verirren, die

nach mühevollem Wandeln an schroffer Felsenwand enden und zur Umkehr zwingen ... (Es folgt hier eine Angabe des Inhaltes von Heft I. des gegenwärtigen Jahrganges.) ... Diese höchst interessante, klar und überzeugend geschriebene Zeitschrift sei Freunden dieser Sache auf das Beste empfohlen."

Allgemeine Sportzeitung. Wochenschrift für alle Sportzweige. Herausgegeben und redigirt von Victor Silberer. Wien 1885. No. 24 und 25.

Dieses viel umfassende, schön ausgestattete Wochenblatt, dessen wir früher in unserer Zeitschrift sehr häufig erwähnen konnten, hat seit Monaten der Luftschifffahrt nur sehr geringe Aufmerksamkeit gewidmet. In den oben angegebenen Nummern bringt dasselbe wieder einige für uns interessante Notizen. So in No. 24 vom 11. Juni d. J.: „Eine **Aëronautische Ausstellung** soll in diesem Herbste in **Wien** veranstaltet werden und ersucht der Herausgeber dieses Blattes Herren, welche geneigt sind, zu derselben geeignete Objekte einzusenden, um baldgefällige Mittheilung an die Redaktion der „Allgemeinen Sport-Zeitung". Ferner: „In Wien fand am letzten Samstag (6. Juni), Abends um ¾7 Uhr, wieder eine Auffahrt des Ballons „Vindobona" — und zwar die erste in dieser Saison — zu wissenschaftlichen Zwecken statt. An derselben nahmen ausser dem Besitzer des Ballons, Herrn Victor Silberer, nur Herr Dr. Ernst Lecher vom physikalischen Kabinete der Universität theil. Die Reisenden nahmen eine grosse Anzahl wissenschaftlicher Instrumente und Apparate mit, die eigens für diese Fahrt konstruirt wurden und dazu dienen sollten, Messungen des Elektrizitäts-Gehaltes der verschiedenen oberen Luftschichten vorzunehmen. Gleichzeitig mit den Messungen oben wurden solche von Herrn Professor Exner der Wiener Universität auf der Erde und zwar im k. k. Prater vorgenommen. Man verspricht sich in wissenschaftlichen Kreisen sehr viel von diesen Untersuchungen und hofft durch dieselben neue Gesichtspunkte für die „Elektriker" zu gewinnen. Leider war die Auffahrt in Folge des Nachmittags herrschenden starken Windes sehr lange verzögert worden, so dass nach Aufstellung und Zurichtung der verschiedenen Apparate in dem Korbe nur sehr wenig Zeit für die Beobachtungen blieb. Gleichwohl wurden in vier verschiedenen Höhen Ablesungen gemacht und darauf in der Ebene hinter dem Bisamberge zwischen Stetten und Korneuburg eine glatte Landung bewerkstelligt, von welch' letztgenanntem Orte aus per Bahn die Rückreise erfolgte. Die erwähnte Fahrt war vorerst eine Art Orientirungsfahrt für Dr. Ernst Lecher, der nun auf Grund der dabei gemachten Beobachtungen umfassende Vorbereitungen für eine nächste Fahrt trifft, die sich über einige Stunden und in grössere Höhen ausdehnen soll". — In No. 25 vom 18. Juni d. J. registrirt die „Allgemeine Sport-Zeitung" eine zuerst von der Berliner „National-Zeitung" gemachte Mittheilung, wonach unser „Königliches Militär-Ballon-Detachement" eine eigene Uniform erhalten soll, welche derjenigen des Eisenbahn-Regimentes, dem das Detachement unterstellt ist, gleicht, mit dem Unterschiede, dass das Detachement anstatt des „E" in der Achselklappe ein „B" tragen wird. — Ausserdem enthält die Nummer noch folgende Notiz: „Am 15. Juni 1885 waren es hundert Jahre, dass die Luftschifffahrt ihre ersten Opfer gefordert hat: Pilâtre de Rozier und der Mechaniker Romain, die bekanntlich am 15. Juni 1785 verunglückten. Ein Marquis de Maisonfort hatte dem Aëronauten vergeblich 200 Louisdor geboten, um anstatt des Mechanikers mitfahren zu können."

Aus amerikanischen Zeitungen.

Nach Berichten amerikanischer Zeitungen (Demokrat, Westländische Post, The Sun) hat der Superintendent des Parks, General Russell Thayer, ein neues lenkbares Luftschiff erfunden, welches auf Kosten des Artillerie-Departements in Philadelphia gebaut werden soll. Der Ballon wird die Form des von Dupuy de Lôme haben und bei einer Länge von 185 Fuss und einem grössten Durchmesser von 60 Fuss ebenfalls die ungefähre Grösse desselben erhalten. Er soll aus Seide gefertigt und mit einem Netz versehen werden, dessen Auslaufleinen zu einer langen hölzernen Plattform herablaufen, welche die Maschine und sämmtliches Personal und Material zu tragen bestimmt ist. Der Apparat soll nicht allein zum Rekognosciren dienen, sondern man beabsichtigt auch, Explosiv- und Brandstoffe von ihm aus auf Festungen, Schiffe und Städte etc. herabwerfen zu können. General Thayer glaubt nach seinen Berechnungen eine Geschwindigkeit von 30 Meilen per Stunde, d. h. 6 Meter per Sekunde erhalten zu können. Er würde bei dieser Geschwindigkeit die Resultate der Kapitäne Renard und Krebs, welche es bei ihrem letzten Versuch auf 6,4 Meter brachten, noch nicht erreicht haben. M.

Bulletin de la Réunion des Officiers. 15. Anné No. 20. Paris, 16. Mai 1885.

Die genannte französische Wochenschrift berichtet über die „Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt“ folgendermaassen: „Wir erhalten das erste Heft des 4. Jahrganges dieser Zeitschrift, welche, in demselben Sinne redigirt, dasselbe Ziel verfolgt, wie das französische Journal „l'Aéronaute“. Sie beschäftigt sich mit allen Fragen, die Luftschifffahrt betreffend, besonders mit dem, was auf diesem Gebiete in Deutschland geleistet wird und was unter diesem Titel irgend welches Interesse darbieten kann. Natürlich beweist die Deutsche Zeitschrift, dass ihr Vaterland in dieser Beziehung die anderen Länder nicht zu beneiden braucht und sie lässt dies in Kritiken, in denen Bescheidenheit nicht gerade glänzt, sehr hervorblicken. Wie dem auch sei, diese Zeitschrift kann in vortheilhafter Weise von Solchen zu Rathe gezogen werden, welche sich von dem Stande des Fortschritts der Luftschifffahrt in Deutschland unterrichten wollen; sie wird von maassgebenden Kräften zusammengestellt, unter welchen wir Herrn Major Buckholtz (sic) anführen, welcher mit der militärischen Ausbildung dieses Dienstes betraut ist.“

Italia Militare. No. 39. Roma, 1885.

Dies militärische Organ Italiens äussert sich in seiner Nummer vom 5. April d. J. über unsere Zeitschrift in folgender Bemerkung: „Die immer wachsende Entwickelung der Aëronautik in der Anwendung derselben für militärische Zwecke lassen diese Publikation äusserst interessant und wichtig erscheinen.“

Colburn's United Service Magazine. No. 678. London, Mai 1885.

Colburn's Magazin schreibt: „Die Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, welche nun den 4. Jahrgang beginnt, ist unfehlbar für Luftschiffer und für Alle, welche sich für Luftschifffahrt interessiren, von grösster Wichtigkeit. Der Verein verdient die Theilnahme Aller, welche der Luftschifffahrt eine reiche Zukunft in Aussicht stellen.“

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Alte Jacob-Strasse 134.
Verlag: **W. H. Kühl**, Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

IV. Jahrgang. 1885. Heft VII.

Das Flugproblem.

Eine flugtechnische Kulturstudie von **J. E. Broszus.**

Die Natur ist unsere Lehrmeisterin, durch ihre vielfältigen Erzeugnisse leiht sie uns direct ihre Vorbilder, welche wir nachzuahmen uns bestreben, so weit unsere wirthschaftlichen Interessen mit dem Bedürfniss einer Nachahmung verknüpft sind. Aber auch durch die Erkenntniss der Naturgesetze können wir auf anderem Wege zu gleichen Ergebnissen gelangen und geben dem Kunstprodukt eine Form, welche zwar kein Beispiel in der Natur findet, aber das naturgesetzliche Princip einschliesst. Beide Arten der Nachahmung umfassen in den Hauptzügen das Wesen und den Zweck der Technik, welche hier im Besonderen nur als die Maschinentechnik aufgefasst werden darf, eine Wissenschaft, welche die praktische Ausführung der Bewegung von Massen behandelt und zwar einmal zur Arbeitsabgabe im Sinne des Transportwesens oder zweitens zur Arbeitsabgabe im Sinne des Fabrikationswesens. Dies sind die Grundlinien der Technik, welche noch eine unzählige Menge Seitenlinien aufnehmen; beide Gruppen verhalten sich aber zueinander genau so, wie beispielsweise die mineralischen Elemente, welche wir in der Natur vorfinden, zu den chemischen Kunstprodukten, welche zwar naturgesetzliche Verbindungen sind, aber in der Natur doch nicht vorkommen.

Wir wollen unsere Aufmerksamkeit hier dem technischen Transportwesen zuwenden und zwar speciell dem Transportwesen durch die Luft oder, wie der Titel besagt, dem Flugproblem. Zur Einleitung unterlassen wir nicht, einen geschichtlichen Ueberblick über das Transportwesen auf dem Wasser

und festen Lande zu geben, um die Wandlungen im Entwickelungsgang der Erfindungen zu zeigen, weil angesichts der heutigen Flugfrage alle Uebergangsideen in zu rosiger Beleuchtung aufgefasst werden.

Die Natur zeigt uns mannigfache Mittel zur Ortsveränderung auf dem festen Lande, im Wasser und in der Luft. Wir Menschen und die übrigen Geschöpfe können zu diesem Zweck gehen, laufen, springen; der Vollständigkeit halber sagen wir noch: klettern und kriechen. Die Wasserbewohner schwimmen und die Luftbewohner fliegen. Ein Stück Holz, in's Wasser geworfen, schwimmt auch, wir meinen dabei aber stillschweigend, es sinkt nicht unter. Der Begriff schwimmen umfasst hiernach zweierlei Anschauungen, wiewohl einerlei Gesetz zu Grunde liegt. Ein Schiff schwimmt ebenfalls und setzen wir ihm eine Treibvorrichtung ein, so kann man beliebige Fahrten machen. Segel sind in unserer Betrachtung ausgeschlossen, weil sie die Fahrt von Wind und Wetter abhängig machen und demzufolge eine unvollkommene Treibvorrichtung bilden. So lange es sich nur um die horizontale Ortsveränderung handelt, und das ist ja hauptsächlich der Fall, ist die Bewegungsfähigkeit der Wasserbewohner, der Fische, mit dem (eingetauchten Theil) eines Schiffes im Allgemeinen übereinstimmend. Bei näherer Betrachtung finden wir aber, dass die Technik die Bewegungsorgane der Fische, nicht auch als Treibvorrichtung der Schiffe für vortheilhaft hält, sondern hier wird allgemein die rotirende Schraube angewendet. Bei kleinen Handkähnen geschieht die Nachahmung der Fischruderbewegung wohl, indem ein Mann stehend, das Ruder über den Hinterstewen in eine Gabel einlegt und durch Achterbewegung des Ruders den Kahn vorwärts treibt. Diese Art des Fahrens hat aber mehr turnerische Bedeutung und ist auf grosse Fahrzeuge aus technischen Gründen nicht anwendbar.

Dies ist ein Beispiel, an welchem wir sehen, dass die Technik beim Bau und Betrieb der Schiffe nicht die Fische zum Muster genommen hat, obgleich die innern gesetzmässigen Bedingungen für beide Theile eine übereinstimmende Aehnlichkeit zeigen. Von unterseeischen Schiffen wollen wir schweigen, die sind noch nicht erfunden.

Die gewöhnlichste Ortsveränderung auf dem festen Lande ist für uns Menschen das Gehen, will man schneller fortkommen, so bedient man sich in weniger kultivirten Ländern der Reitthiere, welche darum auch Hausthiere des Menschen geworden sind, bei uns fährt man gewöhnlich zu Wagen. So lange die Technik noch in den Windeln lag, kannte man nur von Thieren gezogene Fuhrwerke. Seit aber die Dampfmaschine die Menschen und Thiere im Dienste der Industrie von den schweren Hausarbeiten entlastete, übernahm sie auch bald die Rolle der Zugthiere in Gestalt der Lokomotive. Wir finden es daher ganz erklärlich, wenn im Anfang einige Erfinder auf den Gedanken kamen, die Lokomotive mit Stampfen zu versehen, ähnlich den Pferdefüssen. Diese Pferdelokomotive soll auch einmal zur Ausführung gekommen sein, ist aber bald wieder verworfen, doch eine bessere Konstruction trat an ihre Stelle, man brachte neben den Schienen Zahnstangen an und versah die Treibräder mit einem Zahnkranz. Die Lokomotiven erhielten nämlich gleich eine Schienen-

oder Bohlenbahn, weil man bereits früher die Erfahrung gemacht hatte, dass ein Pferd auf einer Schienenbahn bedeutend grössere Lasten ziehen kann, als wie auf gewöhnlicher Strasse. Durch die Anwendung gezahnter Treibräder war im Sinne der Mechanik die wechselweise Stampfbewegung in eine gleichmässig fortlaufende Stampfbewegung umgeändert, denn was bei den Treibrädern jeder einzelne Zahn auf der gezahnten Bahn thut, das that jede einzelne Stampfe bei ihrem Aufschlag, beide schieben die schwere, auf Rädern ruhende Lokomotive um ein gewisses Stück vorwärts. Diese Zahnradlokomotiven werden heute nur noch in Gebirgsgegenden angewendet, wo sehr steile Abhänge zu ersteigen sind. Sehr bald nach der Indienststellung der ersten Lokomotiven hat man nämlich entdeckt, dass auf horizontaler Bahn die Reibung zwischen den Treibrädern und der Schienenoberfläche, eine Folge des grossen Eigengewichts der Lokomotive, schon allein hinreicht, um einen schweren Eisenbahnzug fortzubewegen. Demzufolge laufen alle Lokomotiven mit platten Rädern, womit sie für gewöhnlich noch Steigungen von $^1/_{200}$ bis $^1/_{100}$ und in Ausnahmefällen bis $^1/_{40}$ überwinden.

In diesem zweiten Beispiel für die Ortsveränderung auf dem festen Lande sehen wir wiederum, dass die Technik zwar anfangs versuchte, den Bau der Zugthiere nachzuahmen, aber auf ein ganz anderes Schlussresultat gekommen ist. Dieses krampfhafte Festhalten an den natürlichen Vorbildern gemahnt uns, wie wenig wir die Naturgesetze in neuer Benutzung aufzuschliessen vermögen, aber auch wie viel es noch für uns zu entdecken giebt. Wer wollte aber darüber lächeln, dass wir so langsam und auf Umwegen zum Ziel gelangt sind! Ein Baum wächst auch nicht über Nacht, erst ist's ein Pflänzchen, dann ein Reis, später ein Stämmchen und nach Jahren erst ein Baum. Wir sind glücklich über den Erfolg und betten unsere rastlosen Bemühungen im Schoosse der Vergangenheit ein, während begeisterte Sänger uns mit den verfehlten Anschauungen versöhnen. Wie herrlich klingt beispielsweise der folgende Vergleich zwischen Lokomotive und Pferd:

Fütt're, sattle, zäum' Dein Pferd!
Pfeif! Und vorwärts! Im Galoppe
Setz' durch Eb'ne, Thal und Koppe,
Brücken, Tunnel nützend! Pferd,
Nein, kein Ross hat Deinen Werth!

Es glänzt in Deinem Augensterne,
Du Spiegelblanke, Feuerschein,
Geh'st oder fliegst Du in die Ferne
Schwarzwänd'ge Lokomotive mein?
Seht ihrer Mähne prächtig Steigen,
Hört ihres Wieherns mächt'gen Schall;
Ihr Sturmlauf gleicht dem Donnerhall,
Den Wetter und Geschütz erzeugen.

Fütt're, sattle, zäum' Dein Pferd! u. s. w.

(Aus: Le chauffeur de locomotive. Von Pierre Dupont [1849].
Deutsch von C. F. Petersen.)

Auch diese Verse sind sehr bezeichnend:

Es schnaubt das eh'rne Ross und dampft
Aus seinen Nüstern Nebelstreifen,
Es zuckt am Strange wild und stampft,
Begierig wacker auszugreifen,
Jetzt sprengt es an und stürmet fort —
Und plötzlich wird zum Hier das Dort.

Fortgaloppirt mit stolzem Sinn
Der Mensch mit selbstgeschaff'nem Rosse
Und jaget mühelos dahin
Mit schlangengleichem Wagentrosse,
Vorbei fliegt's an dem trägen Kahn
Der kaum sich regt auf seiner Bahn.

u. s. w.

(Aus: Die Eisenbahn und ihre Aufgabe. Von Berthold Sigismund [1857]).

Es gewährt uns eine Lust, die Maschinen zu Sinnbildern lebender Wesen zu erheben, sind sie doch die Kinder unserer Geistesarbeit. Ihr Anblick beschäftigt unsern Geist nicht minder, als wie der Roman eines Dichters beim Lesen. Gleichwie hier Heldengestalten auf- und niedersteigen oder tragisch verwickelt werden, so hat auch jede Maschine ihren Roman, der mit der Erfindung der Maschine beginnt und mit der Erreichung konstruktiver Vollkommenheit sich seinem Ende nähert In jedem Roman spiegelt sich ein Stück Kulturgeschichte ab und die vollkommene Maschine bietet auch ein kulturgeschichtliches Spiegelbild unserer selbst, unserer kulturtechnischen Entwickelung. Diese Entwickelung strebt jetzt gewaltsam einem Maximum zu und wird durch die Theilung der Arbeit in Spezialzweige nur noch mehr beschleunigt, sie wirkt auf ältere Generationen förmlich beängstigend. Gottesfürchtige alte Leute erblicken darin einen Niedergang der Menschheit, weil das beschauliche, ruhige Dasein einem hastigen Treiben schleunigst Platz machen musste. Ueber diese Gefahr können wir uns beruhigen. Die Erfindung der Dampfmaschine und ihre beschleunigende Kulturarbeit sind eine nothwendige Folge der sittlichen Weltordnung, welche nicht hinweggeleugnet werden kann. Durch die Zähmung der Naturkräfte für die kulturelle Arbeit sind alle Völker der Erde einander näher gebracht, die Theilung der Erde ist bald beendet, und wenn jeder Erdenwinkel genau durchforscht sein wird und die Civilisation durch unsere Verkehrsmittel auf alle Länder gleichmässig übertragen ist, dann ist auch die hauptsächlichste Fundgrube der materialistischen Weltanschauung erschöpft, obgleich wir auch wohl so lange gar nicht zu warten brauchen, weil durch Uebersättigung die Unsicherheit dieser Lehre schon heute eingetreten ist. Wir schätzen uns daher glücklich, auch durch unsere Bestrebungen auf dem Gebiet der Flugtechnik einige Steine zum neuen Aufbau der sittlichen Weltordnung hinzufügen zu dürfen.

Wir wenden uns nun dem Flugproblem zu. Eine Belehrung können wir aus dem bisherigen Entwickelungsgang schon schöpfen, welche für unsere Bestrebungen von Wichtigkeit ist, nämlich, dass wir die Flugmaschine keineswegs nach dem Muster des Vogels nachzubauen haben. Auch die beispielsweise Berechnung eines Luftfahrzeuges nach den Prinzipien des Vogelfluges hat zunächst insofern keine praktische Bedeutung, als in der Technik der allgemeine Grundsatz besteht, dass bei neuen Erfindungen die beste theoretisch entwickelte Konstruktion sich gewöhnlich nicht mit der besten praktischen Ausführung deckt, woraus folgt, dass man eine Erfindung nicht vorher berechnen kann, um sie nachher blos zu bauen. Wenn dies zuträfe, würde jede Erfindung nur einmal gemacht werden und zwar gleich vollkommen ohne weitere Verbesserung. Die Wirklichkeit belehrt uns aber, dass wir aus der Zàhl der Verbesserungen gar nicht herauskommen, und jede Erfindung erreicht auch durch die Verbesserungen nur annähernd die Vollkommenheit, niemals diese aber ganz. Der Grund dafür ist in der unvollkommenen Ausfüllung der technischen Gesetze durch die praktische Ausführung zu suchen und in Bezug auf die Flugmaschinen im Vergleich zum Vogelflug sind folgende Gründe anzuführen, zunächst auf Seiten des Vogels:

1. die Möglichkeit der Ausführung verschieden gerichteter Flügelbewegungen innerhalb der Bewegungsgrenze der Flügel;
2. keine besondern Bewegungsführungen als die der Willenskraft;
3. höchst elastisches Material der Flügel.

Setzen wir neben die gleichlautenden Ziffern die Gründe seitens der Flugmaschine dagegen, so lauten sie folgendermaassen:

1. die Ausführung nur einer ganz bestimmten Bewegungsart, welche sein kann: geradlinig, kreisförmig (in der Ebene oder auf einem Kegelmantel) und oscillirend (schlagend);
2. die Nothwendigkeit der zwangläufigen Leitung einer jeden der obigen Bewegungsarten;
3. der Mangel an hinreichend elastischem Material.

Die dritte Bedingung ist in der Technik neben den beiden ersten Bedingungen eigentlich nicht mehr erlaubt zu nennen, weil sie das elastische Material ganz ausschliesst, aber in der Luftschifffahrt dürfen wir uns diese Ausnahme gestatten.

Die erste Bedingung allein macht die genaue Nachahmung eines Vogels für praktische Flugzwecke nur in beschränktem Maasse möglich und bei dem Mangel an elastischem Material das für grosse Ausführungen auch hinreichende Sicherheit bietet, ist die Nachahmung der Vogelmechanik, wenn auch nicht gerade ganz unmöglich, aber durchaus nicht vortheilhaft und mit vieler Kraftverschwendung beim Betrieb verbunden.

Es liegt demnach sehr nahe, dass konsequente Erfinder trotz der Warnung, welche uns die praktische Folgerung aus der Geschichte der Erfindungen giebt, den fliegenden Vogel, wenn auch nicht durch Herstellung

zweier flügelartigen Schlagflächen, so doch durch ähnlich gestaltete Schwebeflächen angenähert nachzuahmen versuchen. Man will Riesenvögel bauen, mit ausgespannten Flügeln von der Grösse, dass sie beinahe ein ganzes Gehöft bedecken. Den Vogelleib bildet ein kleiner Langballon, welcher das Gewicht zum Theil entlastet. Jedenfalls ist der Langballon nothwendig, um den eigentlichen Vogelkörper in der Schwebe zu halten, wenn die Gondel auf dem Boden aufsitzt, denn ein anderer praktischer Zweck ist nicht zu ermitteln. Am Ballonkörper ist die Gondel mittelst tief herabgehender Seile aufgehängt und auch von den Flügelspitzen, sowie von Kopf- und Schwanzende gehen ebenfalls Seile nach der Gondel, damit der Vogel nicht in's Ecken geräth. Zum Auffliegen wird der Vogel nun in der Weise angehalten, dass man einen in der Gondel befindlichen Treibapparat gehen lässt, wodurch sich bei dem vorwärts stürmenden Vogel die Luft unter den etwas nach vorn aufgerichteten Flügeln fängt und — nun kann der Flug beginnen!

Wenn aber der Vogel aus irgend welchen technischen Gründen nicht auffliegen will, so kann er, wenn wir die Idee der Erfindung recht begreifen, durch einen zweiten Vogel dazu gezwungen werden. Beide Vögel werden nämlich gekuppelt, aber nicht hinter einander, sonst könnten sie einander aufspiessen, sondern sie werden etagenförmig übereinander aufgekuppelt, derart, dass zwischen ihnen ein weiter Spielraum offen bleibt. Es soll nun durch Zugleinen so eingerichtet werden, dass der eine Vogel steigt, während der andere fällt und umgekehrt, woraus folgt, dass dieses Vogelpaar die gedachte horizontale Flugbahn einzuhalten hätte. Nach unserer unmaassgeblichen Meinung scheint es, als ob der fallende Vogel die Aufgabe hat, jedesmal den steigenden Vogel mitzuschleppen, oder sie unterstützen sich gegenseitig und es wäre also ein Fliegen ohne Ende. Möchte die Praxis doch dieses papierne Resultat verwirklichen!

Es würde zu weit führen, wenn wir hier noch alle möglichen Kombinationen erwähnen wollten, welche sich an diesem Vogelpaar vornehmen lassen, man könnte darüber fast ein ganzes Buch schreiben. Nur das Eine möge noch Platz finden: Es lässt sich nämlich ohne Schwierigkeit noch ein dritter Vogel aufkuppeln und man erhält so eine Art Drilling-Vogel, der Praxis bleibt es aber unbenommen, auch ähnliche Vierling- und Fünfling-Vögel auszuführen. Wir wollten hiermit nur andeuten, wo in der Flugtechnik die konsequente Phantasie der Erfinder beginnt und wie weit sie hinter der praktischen Möglichkeit zurückbleibt.

Wir halten es an dieser Stelle für nothwendig, auf die Flugtheorie ein wenig näher einzugehen. Fliegen kann man auf zwei Arten, entweder mit Hilfe drachenartiger Schwebeflächen oder mit Hilfe schlagender Flugflächen. Auch kann man beide Flächengattungen in allen beliebigen Verhältnissen zu einander kombiniren. Da nun das Fliegen selbst nichts weiter bedeutet, als eine selbstständige Ortsveränderung von Massen in der Luft, so wird jede Masse von bestimmter Grösse eine bestimmte Flugarbeit verlangen.

Die Flugarbeit zerfällt allerdings noch in die Hebearbeit und in die eigentliche Flugarbeit, welche auf Ortsveränderung hinwirkt. Da aber die Hebearbeit den Haupttheil an Kraftaufwand erfordert, während der schwebende Körper mit einer ganz geringen Mehrleistung zum Fliegen gebracht werden kann, so verstehen wir unter Flugarbeit auch gewöhnlich nur die Hebearbeit, um deren Lösung es sich in der Flugtechnik hauptsächlich handelt. Die Flugarbeit ist abhängig von der Grösse der tragenden Fläche und von dem Kubus der Geschwindigkeit, mit welcher jene Fläche durch die Luft geführt wird. Diese beiden Faktoren lassen sich in zahllosen Abstufungen praktisch ausführen und es ist nun die Aufgabe der Technik, dasjenige Verhältniss zwischen Tragfläche und Geschwindigkeit zu ermitteln, welches eine zweckmässige Konstruktion innerhalb der praktischen Ausführungsgrenzen liefert.

Man kann nämlich ungeheuer grosse Flächen wählen, die sich mit sehr geringer Geschwindigkeit durch die Luft bewegen. Dahin gehört beispielsweise der obige künstliche Vogel. Oder man kann auch viele kleine Flächen mit grosser Geschwindigkeit treiben. Die Flächengattungen, welche beide Flugmethoden vertreten, sind im ersten Fall die Drachenfläche, im andern Fall die Luftschraube. Von allen übrigen schnelllaufenden Flächengattungen, als Flügelschlagflächen, Windräder und dergl., wollen wir aus praktischen Gründen absehen, weil keine in Bezug auf Haltbarkeit die gleiche Sicherheit bietet, wie die Schraube. Diese hat den Vorzug, dass sie aller beweglichen Zusammensetzungen entbehrt und einerlei Bewegungsrichtung besitzt, so dass ihre Flächen eine bedeutende Geschwindigkeit annehmen können.

Die Drachenfläche allein ist aus dem Grunde unpraktisch, weil sie sehr gross gewählt werden muss, um einigermaassen Erfolge zu erzielen. Schon der Fallschirm für einen Menschen ist trotz der günstigern Angriffsweise für die Luft von einem Umfang, dass man ihn, zusammengeklappt, nicht mehr wie einen gewöhnlichen Schirm bequem tragen kann. Die Fallschirmfläche für eine Flugmaschine, welche eine schwere Gondel von vielen Centnern Gewicht tragen soll, kann schon unter Umständen nach Hektaren in der Fläche vermessen werden. Die Fallschirmfläche muss gross sein, damit die Fallgeschwindigkeit nur wenige Meter beträgt, sonst findet der Luftschiffer keine Zeit zur Ausführung der Flugmanöver. Gleichzeitig darf die Fläche wohl elastisch sein, sie muss aber grosse Festigkeit besitzen, sie muss ferner über eine gewisse Biegungsgrenze hinaus den Charakter einer starren Fläche annehmen und beides lässt sich nur auf Kosten einer grössern Materialeinbauung erreichen, die Fläche selbst kann bisweilen schwerer werden, als wie die daran gehängte Gondel und dann hört das Fliegen auf, wenn der Schwerpunkt der Flugmaschine nicht tief genug unter die Drachenfläche zu liegen kommt. Es geht hieraus hervor, dass die alleinige Benutzung der Drachenfläche ganz ausserhalb der praktischen Ausführungsgrenze liegt und für die Flugtechnik gar keinen Erfolg verspricht. Wenn aber andererseits ein

Drachenflieger aus Rücksicht für die komplizirte Flugmethode und die daraus hervorgehende grössere Lebensgefahr für die Luftschiffer keine grosse Geschwindigkeit annehmen darf, so nimmt er auch keineswegs den Rang einer praktischen Flugmaschine ein und kann höchstens für sportliche Vergnügungsfahrten dienen.

Man darf nicht vergessen, dass wie der Mensch im Allgemeinen als das Maass aller Dinge gilt, dies in der Technik ganz besonders der Fall ist, d. h. neben seiner geistigen Beziehung ist der Mensch zunächst durch die äussere Maasslänge, durch seine physische Grösse, Stärke und Gewandtheit der Maassstab für alle Maschinen. Die Maschinen sind auf den äussern Menschen zugeschnitten wie unsere Bekleidungsgegenstände, weil jede Maschine der menschlichen Leitung bedarf.

Diese Maassnahme ist nicht willkürlich, sondern sie entspringt dem Anspruch einer grösstmöglichsten Leistung an die Maschine; dieselbe kann aber nur erreicht werden, wenn dem bedienenden Maschinisten die grösste Bequemlichkeit in der Aufsicht der Maschine geboten wird, damit er nicht ermüdet und eine Vernachlässigung verschuldet. Jede geringste, durch äussere Verhältnisse hervorgerufene, unbequeme Anpassung des Maschinisten an seine Maschine hat eine Schwankung in der Maschinenthätigkeit zur Folge, die eine ungleichmässige oder verringerte Leistung nach sich zieht und worunter die wirthschaftlichen Verhältnisse leiden.

Man sucht diesem Uebelstande zwar durch selbstthätige arbeitende Maschinen so viel als möglich zu begegnen, aber überall lässt sich solche Selbstthätigkeit nicht in vollem Umfang anwenden; bei stationären Maschinen ist sie noch eher möglich, jedoch nicht immer bei Transportmaschinen und am allerwenigsten bei Flugmaschinen, hier sind fast in jedem Augenblick andere Umstände zu beobachten.

Die günstigste Ausführungsgrösse einer Flugmaschine wird auch diejenige sein, welche dem Luftschiffer ihrer innern Einrichtung nach am bequemsten ist. Es wäre nun freilich sehr schön, wenn eine Flugmaschine, d. h. deren Flugkörper nur so gross sein dürfte, wie eine Wagenkutsche, aber wir begegnen hier, wie auch beim lenkbaren Ballon, einer von der Theorie ganz bestimmt vorgezeichneten unteren Ausführungsgrenze. Diese wird von der Grösse und dem Gewicht des Motors bestimmt und je kleiner beide bei bleibender Leistung sind, desto niedlicher kann eine Flugmaschine ausgeführt werden. Bis jetzt ist noch keine wirklich vertrauenerweckende Flugmaschine auch nur probeweise gebaut, wir können aber im Hinblick auf die zurückgelegten Fortschritte der Technik ohne Voreingenommenheit die Vermuthung aufstellen, dass der Flugkörper der kleinsten Flugmaschine immerhin noch so gross sein wird, wie ein geschlossener Eisenbahngüterwagen. Eine Verkleinerung ist aus prinzipiellen Gründen nicht möglich.

Da wir hier bereits in so bestimmter Weise über die Zukunftsflugmaschine zu sprechen begonnen, wollen wir zunächst dasjenige Flugprinzip erörtern,

welches die grösste Hoffnung auf allgemeine Anwendung verspricht. Um allen Auseinandersetzungen über die mannigfachen Arten der Flugmaschinen zu entgehen, stellen wir lieber die Forderung auf, wie eine Flugmaschine beschaffen sein muss, wenn sie für praktische Verkehrszwecke geeignet sein soll. Wir sagen, eine Flugmaschine muss in ununterbrochen horizontaler Richtung fliegen können und sie muss ferner in der Luft auf der Stelle still stehen können. Stillstehen kann nur dann eine Flugmaschine, wenn sie durch Hubschrauben gehalten wird, fliegen kann die Flugmaschine gleichzeitig, wenn die Hubschrauben in etwas geneigte Stellung gebracht werden. Dies sind die lebensfähigen Bedingungen der Weltflugmaschine, weil sie die minimalen Konstruktionsverhältnisse einschliessen. Diejenigen Flugmaschinen, welche das Prinzip der Hubschrauben halb oder nur theilweise mit einer Schwebefläche vereinigen, erfüllen die obigen Bedingungen nicht mehr in vollem Maasse und sind aus diesem Grunde trotz des ökonomischen Kraftaufwandes für praktische Verkehrszwecke doch nicht so werthvoll. Wir unterlassen es daher, auch diesen Zwischenformen unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden, welche nur für die Geschichte der Luftschifffahrt von Bedeutung sind. Bei jeder Schraubenflugmaschine wird man freilich auch vielleicht die ebene Bodenfläche als Gleitfläche in der Luft ausnützen, aber dieses Hülfsmittel ist nur von untergeordneter Bedeutung. Die Hubschrauben werden bei der Flugmaschine paarweise zu zwei, drei oder vier Paaren hintereinander angeordnet und beschreiben in jedem Paar eine untereinander ähnliche, entgegengesetzte Drehung. Eine detaillirte Ausführung bis auf den Motor lässt sich zwar heute auch aufstellen, sie hat aber nur eine engere Bedeutung und würde aus dem Rahmen dieser Studie heraustreten.

Wir sagten oben, eine Flugmaschiene muss in ununterbrochen horizontaler Richtung fliegen können. Es widerstrebt dem natürlichen Gefühl, wenn wir einen Schaukelflug, oder wie er in der Flugtechnik heisst, einen Wellenflug anstreben wollten. Die nachdrückliche Betonung dieser Flugart unter Anwendung von grossen Schwebeflächen ist nur ein Produkt des Zeitgeistes, weil die Hoffnung auf einen genügend kräftigen Motor, wie ihn die Schraubenflugmaschine erfordert, augenblicklich noch in weite Ferne gerückt scheint. Warten wir daher und machen inzwischen den Ballon lenkbar, dies ist gewiss auch eine sehr dankbare Aufgabe.

Ueber den Begriff Fliegen bestehen noch sehr verschiedene Anschauungen. Fliegen im Sinne der Zukunftsflugmaschine heisst mit einem Ungestüm durch die Luft jagen, dass selbst bedeutende atmosphärische Luftbewegungen keine störende Ablenkung der Flugbahn erzeugen. Dazu gehört aber eine Geschwindigkeit, welche diejenige der heutigen Verkehrsmittel weit übertrifft. Wir hegen indess nur den bescheidenen Wunsch, dass es gelingen möge, die Anfangsgeschwindigkeit der Flugmaschinen bei der doppelten Eisenbahn-Schnellzuggeschwindigkeit beginnen zu können, das ist etwa 20 Meilen in der Stunde oder 40 Meter in der Secunde. Die Flugmaschine soll dem Namen

nach und auch prinzipiell das schnellste Verkehrsmittel sein, folglich müssen wir auch dahin dringen, dass sie eine Geschwindigkeit besitzt, welche diejenige aller übrigen Verkehrsmittel weit überholt. Wir sind aus wirthschaftlichen Gründen sogar dazu gezwungen, wenn wir der Flugmaschine eine grosse Zukunft verheissen. So lange die Flugmaschine nur die Möglichkeit der freien Ortsveränderung durch die Luft bietet, ohne die vorausgesetzte grösste Geschwindigkeit, wird sie seitens des Kapitals auch wenig Unterstützung und Verbreitung finden, denn die Möglichkeit des Luftweges allein hat für Handelszwecke keinen Werth, sondern nur für militärische und noch geopraphische Zwecke. Für Handelszwecke im Weltverkehr kann die Flugmaschine nur durch grosse Geschwindigkeit nützen, damit in erster Linie die überseeischen Briefwege kürzer werden. Die Seewege können nicht mehr verkürzt werden, weil die Geschwindigkeit der Schnelldampfer sich heute in der Nähe ihres Maximums befindet. Es wird also die Aufgabe der Flugmaschine sein, die Beschleunigung der Briefbestellung auf dem Luftwege weiter fortzusetzen.

Die Anwendung der Luftschrauben (Hubschrauben) erscheint nach unserer Betrachtung vollkommen ungezwungen, sie folgt aus den technischen und wirthschaftlichen Anforderungen, welche an die Flugmaschine gestellt werden. Es ist aber auch ein anderer innerer Zusammenhang auffallend, welcher die Treibvorrichtungen der drei genannten Verkehrsmittel, nämlich der Schiffe, Lokomotiven und Flugmaschinen, prinzipiell nähert. Die Schiffe werden im Allgemeinen durch Schrauben getrieben, in dem Sinne, dass bei jeder Umdrehung der Schraube der Schiffskörper um ein gewisses Stück der Schraubensteigung vorwärts gedrückt wird: Die Schraube drückt also in der Richtung der Drehungsaxe, welche mit der Fahrrichtung zusammenfällt. Die Lokomotive läuft zwar auf Rädern, aber ein Rad kann angesehen werden als eine Schraube von der Steigung Null: die Lokomotive rollt also auf dem Umfang der Schraube, deren Axe quer zur Fahrrichtung liegt. Wenn dieser Vergleich etwas gewagt erscheint, so bemerken wir, dass man bei Berglokomotiven eine Walze zwischen die Treibräder legte, auf deren Umfang zwei symmetrische Schraubenumfänge angebracht waren, die auf einem Schienensystem auflaufen, welches den abgerollten Abklatsch der Treibwalze bildet. Hier ist unser Vergleich im strengsten Sinne des Wortes zutreffend. Bei den Flugmaschinen mit Hubschrauben findet ein Heben, beziehungsweise stetiges Halten der Last in der Axrichtung der Schrauben statt und gleichzeitig ein Fortschreiten in der Luft durch die Drehung resp. Abrollung der Schrauben. Die Ausnützung der Schraube geschieht hier also im Sinne der Axe und gleichzeitig rechtwinklig zu dieser. Während in beiden obigen Fällen nur je eine der beiden Schraubenwirkungen zur Geltung kommt, werden bei der Flugmaschine beide Schraubenwirkungen zugleich beansprucht.

Dieser etwas mystisch klingende Vergleich hat seine volle Berechtigung, wenn aus allen gemachten Erfahrungen diejenigen bewährtesten Konstruktionen bevorzugt werden, welche den wirthschaftlichen Erfolg bieten. Die Technik

ist bisher zu sehr in einzelne Theile zersprengt gewesen, so dass es immer noch sehr schwierig ist, die verwandtschaftlichen Beziehungen entfernterer Zweige zu finden. Da aber alle technischen Erfolge auf einerlei Naturgesetze beruhen, so werden wir auch dahin kommen, unsere Erfindungen vor der Ausführung analysiren zu können. Bei einem so viel berührten Problem, wie das der Flugmaschinen, dürfte wohl die dargestellte Perspective ausreichend sein, um das Ziel unseres Strebens zu erkennen.

In Betreff des Motors bestehen auch noch sehr getheilte Meinungen, welche fast alle darauf hinausgehen, anstatt des Dampfes eine andere Kraft, beispielsweise die Elektrizität zu setzen. Diese Zweifel bestehen nur, weil man die guten Eigenschaften des Dampfes vollständig unbeachtet lässt. Keine andere Maschine arbeitet so gleichmässig und zuverlässig, wie die Dampfmaschine, natürlich bei aufmerksamer Wartung, diese setzen wir stets voraus. Wer aber glaubt, dass die Dampfmaschine nicht mehr verbesserungsfähig sei, befindet sich im Irrthum, in Sachen der Dampfmaschine sind heute noch nicht die Akten geschlossen, wir müssen jedoch hier die Praxis eingreifen lassen und abwarten, was sie uns Neues schafft, es gilt weniger studiren als probiren.

Schiffe und Wagen treibt der Dampf, dem lenkbaren Luftballon vermag er ebenfalls zu dienen; warum sollte er in Zukunft nicht auch die Flugmaschine treiben? Noch lange vor der Erfindung der Lokomotive sagte der Dichter Erasmus Darvin (1788) vorher, was der Dampf vermögen wird:

Bald wird des Dampfes Kraft den flücht'gen Wagen
Die Strass' entlang,
Die träge Barke durch die Wellen tragen
In sicherm Gang,
Ja auf des Windes leicht bewegten Schwingen
Durch's luft'ge Reich
Ein neu' Gefährt zum fernen Ziele bringen,
Dem Adler gleich.

Nun, die beiden ersten Hoffnungen sind in Erfüllung gegangen und auf Grund unserer Fortschritte glauben wir, dass uns auch die dritte möglich wird. Wann? ist eine Frage der Zukunft, zunächst bauen wir das Fundament für unsere Wissenschaft und für ein so grosses Gebäude können wir nur gutes Material verwerthen. Ein Jeder prüfe daher und gebe das Beste.

Ueber die Berechnung der Leistungsfähigkeit von Luftschiffen.

Von **August Platte.**

(Schluss.)

Man hat nun auf den unleugbaren Fortschritt, welchen die Konstruktion Renard-Krebs in sich fasst, die Hoffnung gesetzt, dass es diesen Herren gelingen werde, durch Verbesserungen in der Konstruktion ihres Luftschiffes Fahrgeschwindigkeiten zu erzielen, welche für die Praxis einen wirklichen

Werth hätten. Nehmen wir an, dass diese ideale Fahrgeschwindigkeit **10 m** pr. Sekunde sein soll, so würde sich aus obiger Formel ergeben, dass die hierfür aufzuwendende Arbeit gleich sein müsste

$$A = 1000 \times 14 \times 0.1 = 1400 \text{ mkg} = \text{rund } 19 \text{ Pferdekräfte.}$$

Es müsste daher, wenn sich diese Hoffnungen realisiren sollen, die Maschine, ohne ihr Gewicht zu ändern, statt einer Leistung von 2—3 Pferdekr. eine solche von 19 Pferdekr. effektiv ausüben und dass das möglich werden sollte, zu glauben, dazu gehört ein Sanguinismus, der selbst unserer Zeit nicht angepasst ist. Soll eine grössere Geschwindigkeit erzielt werden, so muss am Luftschiff ausser der mechanischen Triebkraft noch eine andere Kraft zur Wirkung gelangen, die die Gesammtkraft auf 19 Pferde zu erhöhen vermag.

Eine solche ergänzende Kraft ist bei dem mit Auftrieb ausgestatteten Luftschiff der Herren Renard und Krebs in dem Auftrieb schon vorhanden. Die Loessl'schen Formeln berücksichtigen aber diese Kraft noch nicht, daher können sie zur Berechnung der Leistungsfähigkeit des mit Auftrieb steigenden und mit einer maschinellen Kraft zugleich vorwärts geschobenen Luftschiffes nicht sofort verwendet werden, sondern diese können nur die Grundlage für die Aufstellung der für diesen Fall gültigen Formeln geben.

Bekanntlich hat Herr Professor Wellner in Brünn in seiner schönen Theorie des Segelballons diese Aufgabe gelöst und wir sind in Folge dessen in der Lage, mit Anwendung der aus den Loessl'schen abgeleiteten Wellnerschen Formeln alle weiter möglichen Fälle der Luftschifffahrt richtig und verlässlich voraus zu berechnen.

Professor Wellner entwickelt für die Geschwindigkeit der aufsteigenden schiefen Ebene wie bekannt die Formel

$$v = \sqrt{\frac{g}{\gamma} \cdot \frac{G}{F} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \rho}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 19)$$

in welcher $\frac{g}{\gamma}$ auf Grund der früheren Annahme = 9, G die Grösse des auftreibenden Druckes und F die gedrückte Fläche in der Horizontal-Axe des Schiffes ist (14 qm), ferner α der Winkel der Ballon-Axe gegen die Horizontale und endlich ρ der Winkel der durch den Auftrieb allein herbeigeführten Fluglinie mit der Horizontalen.

Bleibt die Ballon-Axe horizontal, also $\alpha = 0$, so wird $\rho = 90^0$, d. h. der Ballon wird in Folge des Auftriebes, ruhige Luft vorausgesetzt, senkrecht steigen und weil die Projektion der Resultirenden des Kräfteparallelogramms aus den beiden Komponenten, nämlich der aufsteigenden und der schiebenden Kraft mit der letzteren Komponente zusammenfällt, so wird das Luftschiff trotz der hinzugetretenen Auftriebskraft bezüglich des zurückgelegten Horizontalweges eine günstige Aenderung nicht erfahren, aber es wird nicht mehr, wie das Schiff, welches der Luft gleich schwer war, horizontal fahren, sondern schräg aufwärts sich bewegen und zwar, weil die Resultirende

die Diagonale des Parallelogrammes der beiden Komponentenkräfte ist, mit verstärkter Energie die Luft durchdringen.

Günstiger für den Effekt bezüglich des zurückgelegten Horizontalweges wird sich die Leistung des Renard'schen Luftschiffes aber dann gestalten, wenn das Schiff durch Veränderung seines Schwerpunktes eine Neigung nach aufwärts erhält, d. h. wenn die Axe des Schiffes nicht mehr wie bisher horizontal, sondern um den günstigsten Winkel α nach aufwärts geneigt wird.

Diese Grösse des Winkels α ist abhängig von den Widerstandsverhältnissen des Ballons in vertikaler und horizontaler Richtung und ist diese Verhältnisszahl bei dem Renard'schen Schiff $^1/_{47} = \frac{F'}{F}$.

Nach Wellner ist nun

$$\text{tang}\ \alpha\ .\ \text{tang}\ \rho = \frac{F'}{F}.$$

Weil nun α und ρ für die Maximalleistung gleich zu sein haben, so wird $\alpha = \rho = 8^0\ 30'$, d. h.: wenn der Achse des Schiffes eine Neigung von $8^0\ 30'$ nach aufwärts gegeben würde, so würde sich dasselbe, in Folge der Wirkung der Auftriebskraft und der Widerstandsverhältnisse des Ballons, unter einem Winkel von 17^0 mit der Horizontalen aufwärts bewegen und resultirt die Geschwindigkeit, mit welcher diese Bewegung erfolgt, aus der Anwendung der Formel 19.

Wir wissen nun zwar nicht mit Bestimmtheit, mit welchem Ueberdruck die Herren Renard und Krebs ihr Schiff in die Luft steigen liessen, aber es wird dem Interesse an der Sache Genüge geschehen, wenn man die möglichen Fälle, nämlich einen Ueberdruck von 50, 100, 200 und 300 kg, in Berechnung zieht. Es ergiebt sich da für einen Ueberdruck von

50 kg eine durch den Auftrieb unter einem Winkel von 17^0 bewirkte Fluggeschwindigkeit . . . . . . $v = 2.3$ m p. S.

100 „ eine durch den Auftrieb unter einem Winkel von 17^0 bewirkte Fluggeschwindigkeit . . . . . . $v = 3.1$ m p. S.

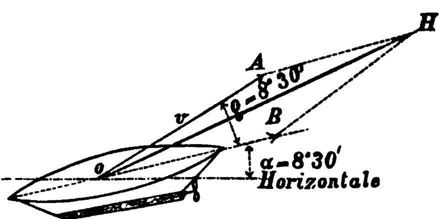
200 „ eine durch den Auftrieb unter einem Winkel von 17^0 bewirkte Fluggeschwindigkeit . . . . . . $v = 3.5$ m p. S.

300 „ eine durch den Auftrieb unter einem Winkel von 17^0 bewirkte Fluggeschwindigkeit . . . . . . $v = 5.4$ m p. S.

Man sieht hieraus schon, dass die Herren Renard und Krebs, um eine Fahrgeschwindigkeit von nur 5 m pr. Sekunde in bestimmter Richtung zu erzielen, es gar nicht nothwendig gehabt hätten, eine Maschine mitzunehmen, der Gasdruck des Ballons und die eigenthümlichen Widerstandsverhältnisse desselben hätten diesen Effekt allein hervorrufen müssen, wenn diesen Herren, so wie uns, Wellner's Theorie des Segelballons bekannt gewesen wäre und sie, den feststehenden Regeln derselben Folge gebend, dem Schiffe die präcisirte Achsenneigung gegeben haben würden.

Wird nun an dem Luftschiff der Herren Renard und Krebs auch noch

die Maschine mit Parallelstellung der Triebachse und Ballonachse in Gang gesetzt, so resultirt aus der nun erfolgenden zusammengesetzten Bewegung eine Fluglinie, deren Energie sich aus folgender Berechnung bestimmt vorhersagen lässt.



Es sei υ die Geschwindigkeit, welche den Ballonauftrieb allein bewirkt, $= AO$, ferner $BO = \upsilon_1$ die Geschwindigkeit, welche durch die Kraft der Maschine allein herbeigeführt wird, so ist die Resultirende dieser beiden Kräfte:

$$OH = V = \sqrt{\upsilon^2 + \upsilon_1^2 + 2\,\upsilon\upsilon_1 \cos\alpha}$$

und der Winkel HOB, wenn, wie hier, der Winkel AOB bekannt, $= 8^0\ 30'$ ist:

$$\sin HOB = \frac{\sin 8^0\ 30' . \upsilon_1}{\upsilon}.$$

Setzt man in diesen bekannten Gleichungen für die zusammengesetzte Bewegung die früher gefundenen Werthe für υ und υ_1 ein, so findet man, dass der Ballon Krebs und Renard durch gleichzeitige Ausnützung seiner Segelkraft und der mechanischen Triebkraft, bei einem Gasdrucke von 50 kg eine Fahrgeschwindigkeit von 7.28 m pr. Sekunde unter einem Winkel mit der Horizontalen von 11° —' einschlagen wird; ferner bei

100 kg Druck $V = 7.8$ m p. S. unter dem Winkel 11° 30',
200 „ „ $V = 8.3$ m p. S. „ „ „ 12° —',
300 „ „ $V = 9.2$ m p. S. „ „ „ 12° 30'.

Es ist dieses Rechnungsergebniss ein sehr überraschendes, denn es verkündet, dass das Schiff der Herren Renard und Krebs schon heute durch die Eigenschaften, welche in ihm liegen, eine viel effektvollere Fahrgeschwindigkeit erzielen kann, als es bei den Probefahrten erzielt hat, und dass somit über die Brauchbarkeit des Ballons zu lenkbaren Luftschiffen noch lange nicht das letzte Wort gesprochen sein dürfte.

Man bedenke nur, dass diese vorberechnete Segelwirkung schon bei dem nicht sehr günstigen Widerstandsverhältnisse $^1/_{47}$ erzielt werden kann, während die Vögel mindestens über ein solches von $^1/_{100}$ verfügen, welches durch Anbringung einer eigentlichen Segelfläche gewiss, wenigstens nahezu, zu erreichen sein wird.

Aber das mit Auftrieb steigende Luftschiff der Herren Renard und Krebs ist in dieser ausgiebigeren Gebrauchsart doch nur für verhältnissmässig kurze Fahrten verwendbar, denn mit jedem Meter, den es im Luftraum er-

steigt, erlahmt die Kraft des Gasdruckes immer mehr und das Schiff wird, wenn es endlich eine grosse Höhe erreicht hat, nur auf seine Maschine allein angewiesen sein, die es eben nur mit 5 m vorwärts schiebt, während die Windkraft sich in den höheren Regionen verstärkt und daher der Aëronaut gerade dort über ausgiebige Bewegungskräfte zu verfügen haben soll.

Aber dieser Einwand soll weiter nichts beweisen, als dass in der technischen Anordnung noch weitere Verbesserungen nothwendig sind, wo wir vorzüglich die eine betonen: dass das Schiff überhaupt nicht durch den Gasdruck, sondern durch maschinelle Kraft, wie es bei dem oft beschriebenen belasteten Segelballon in Aussicht genommen wurde, zu heben wäre.

Wir haben nun noch zu ermitteln, welche Geschwindigkeiten mit dem Schiff der Herren Renard und Krebs, bei zweckmässiger Behandlung, zu erzielen sind, wenn das Schiff abwärts fährt und man zu dem Ende Gas auslässt, es durch in die Lufttasche eingepumpte Luft ersetzt und dadurch nicht nur den Auftrieb desselben vernichtet, sondern es schwerer als die Luft macht.

Für den schrägen Abwärtsflug gelten, wie Wellner in seiner Theorie des Segelballons es erweist, genau dieselben Gleichungen, wie für den Aufwärtsflug, es wird also das Schiff, wenn es durch Verminderung seiner Gasfüllung 50, 100, 200, 300 kg schwerer geworden ist, durch dieses Uebergewicht und durch die sich gleich bleibende Arbeit der Maschine die Fluggeschwindigkeiten 7.28, 7.8, 8.3, 9.2 m pr. Sekunde unter dem Winkel mit der Horizontalen von 11°, 11° 30′, 12°, 12° 30′ erzielen.

Hier möchten wir uns erlauben, darauf hinzuweisen, dass nur durch diese durchgeführte Rechnung die bei einer der Probefahrten der Herren Renard und Krebs konstatirte Thatsache, dass bei dem Schiff, als es den Rückweg zu seiner Auffahrtsstelle in schräg abfallender Linie einschlug, eine kaum merkbare nach abwärts gekehrte Neigung seiner Achsenstellung wahrnehmbar war und trotz des, wenn auch schwachen Conträrwindes, welcher bei der Auffahrt nicht bekämpft werden brauchte, da damals der schwache Luftzug mit der Schiffsrichtung übereinstimmte, eine Fahrgeschwindigkeit statt von 5 von 6 m erzielt worden sein soll, und dass das Schiff überhaupt bei dieser Rückfahrt alle seine Bewegungen viel freier und exakter zur Ausführung brachte. Da die Maschine bei der Rückfahrt keine andere Leistung vollbrachte, als bei der Hinfahrt, so muss man wohl annehmen, wenn man nicht an ein Wunder glauben will, dass die zur Maschinenkraft durch Beseitigung von Gas neu hinzugetretene Kraft des Uebergewichtes nebst den Widerstandsverhältnissen am Ballon diese Beschleunigung herbeiführte, was ja auch die strenge Rechnung bestätigte.

Es scheint also doch, dass der Ausspruch „Gewicht ist nothwendig zum Fluge" nicht nur bei den lebenden Flugthieren, sondern auch bei künstlichen Luftschiffen seine Geltung hat und gewiss noch zur vollen

Geltung auch bei den Flugtechnikern kommen wird — denn Thatsachen überzeugen und beweisen und lassen Gegenmeinungen keinen weiteren Raum.

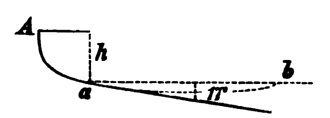
Es wäre nun noch zu untersuchen, ob durch die Einführung des Wellenfluges, den insbesondere die englischen und mehrere Wiener Flugtechniker warm befürworten, ohne aber bisher zu konkreten Vorschlägen gelangt zu sein, eine Kraftersparniss herbeigeführt wird und ob es von Vortheil wäre, sich derselben bei der Abwärtsfahrt zu bedienen.

Es ist der Wellenflug eine Frage des rein dynamischen Fluges, denn auch der Aërostat wird sofort zum dynamischen Luftschiff, wenn sein Auftrieb vernichtet wird. Belastete Ballons und dynamische Luftschiffe bieten daher gar keinen anderen Unterschied, als dass erstere aus einer spezifisch leichteren Masse als letztere hergestellt sind und daher erstere, wenn sie dem freien Fall überlassen werden, geringere Fluggeschwindigkeiten haben werden.

Wir nehmen wieder das Schiff der Herren Renard und Krebs als Beispiel an und zwar wie früher mit dem Widerstandsverhältnisse 1 : 47; dasselbe hätte durch Auslassen von Gas einen Ueberdruck von 100 kg erhalten, bei welchem es, nach der früheren Rechnung, wenn die Maschine nicht in Thätigkeit ist, mit einer Fallgeschwindigkeit von 3.1 m pro Sekunde unter einem Winkel von 17° oder aber, wenn die Maschine mitwirkt, unter einem Winkel von 11°. 30′ mit einer Geschwindigkeit von 7.8 m pro Sekunde abstürzt.

Wenn nun das Schiff ohne Mitwirkung der Maschine bei einer anfänglich angenommenen Schrägstellung seiner Achse von 8° 30′ nach abwärts dem freien Fall überlassen wird, so wird es nicht sofort unter dem Winkel von 17° abfallen, sondern diese Richtung erst dann ständig einschlagen, wenn es den Beharrungszustand angenommen hat.

Anfangs wird es mit beschleunigter Geschwindigkeit und zwar in einer Parabel abstürzen, und zwar wird der Höhenverlust h, bis sich der gleichförmig schnelle Schrägflug einstellt, um so bedeutender sein, je grösser das Uebergewicht des Schiffes ist, so dass man schon darum, um diesen Verlust nicht zu bedeutend zu machen, genöthigt ist, das Uebergewicht proportionaliter z. B. nicht über jenes der Vögel auszudehnen.



Die Berechnung der Höhe h auf rein theoretischem Wege ist schwierig, weil dieselbe vorzüglich von der Zeitdifferenz abhängig ist, welche zwischen dem Beginn des Falles und den Eintritt des Beharrungszustandes verfliesst und dieses Zeitmaass bei jedem Körper, je nach seiner Dichtigkeit und Form, ein anderes sein muss. Es lassen sich daher vorerst bestimmte Koeffizienten nicht einstellen und müssten diese für bestimmte Fälle erst auf praktischem Wege durch Versuche ermittelt werden.

Hat nun das Schiff, in dem Punkte a angelangt, den Beharrungszustand

erreicht und es wird von diesem Punkte ab, etwa, wie wir annehmen wollen, in der Zeit von 4 Sekunden, die Lage der Schiffsachse von ihrer Stellung $-8^{0}\,30'$ in eine solche von $+8^{0}\,30'$ durch Verlegung des Schwerpunktes überführt, d. h. um 17^{0} gedreht, so wird hierdurch die Richtung der Fluglinie alterirt, sie muss sich, entsprechend der sich ändernden Achsenstellung und der dadurch bedingten veränderten Einwirkung der widerstehenden Luft, nach aufwärts drehen und es wird demnach das Schiff, während dieser Procedur, statt unter dem Winkel von 17^{0} abzustürzen, sich in einer Kurve nach aufwärts bewegen, dabei an Geschwindigkeit zwar verlieren, aber doch einen Weg zurücklegen, welcher in beinahe gleicher Höhe des Ausgangspunktes a gelegen ist. Der Vortheil des Wellenfluges läge also darin, dass das Schiff den Weg von a nach b beinahe ohne Höhenverlust und ohne Kraftverbrauch zurückzulegen vermöchte, also mit geringerer Kraft vorwärts käme.

Weil auf das Schiff, wenn es in dem Punkte a angelangt ist, nicht nur allein das Gewicht von 100 kg drückt, sondern sich auch in demselben Punkte durch den Fall eine Summe lebendiger Kraft angesammelt hat, so wird der Aufwärtsflug des Schiffes in manchen Fällen, wenn eben die angesammelte lebendige Kraft von Bedeutung war, selbst über die Höhe des Punktes a hinausführen können, woraus unbedingt geschlossen werden muss, dass der Wellenflug, so wie er ja auch von den Vögeln, insbesondere aber von den Flatterthieren, mit Vortheil angewendet wird, auch von der Luftschifffahrt seiner Zeit acceptirt werden muss, denn die Thatsache, dass der Weg $A\,b$ mit geringem Kraftaufwande zurückgelegt werden kann, lässt sich nicht leugnen.

In weitere Erörterungen dieser Frage und in die Aufstellung einer übersichtlichen Theorie für dieselbe einzugehen, wird es an der Zeit sein, wenn die dafür nothwendigen Vorversuche einmal gemacht sein werden, aber man kann jetzt schon mit aller Bestimmtheit sagen, dass die Loessl'schen Formeln die richtige Grundlage für die zu suchenden Rechnungsresultate bilden werden.

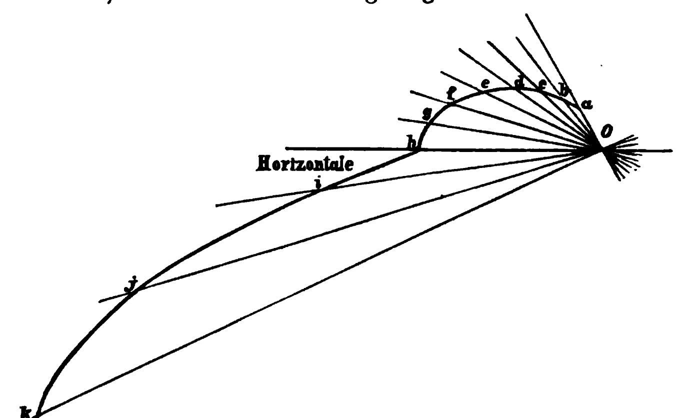
Die Zahlen, welche die Loessl'schen Formeln, wenn sie richtig angewendet werden, liefern, stimmen auch mit den Daten, welche man bei scharfer Beobachtung des Vogelfluges leicht gewinnen kann.

Am Bequemsten wird man zu dieser Ueberzeugung gelangen, wenn man sich zu diesen Beobachtungen gut gezähmter Tauben bedient und dieselben vom Erdboden weg, unter verschiedenen Steigungswinkeln, zu ihrem Hause zurückfliegen lässt.

Je steiler der Steigungswinkel, desto geringer ist die Fluggeschwindigkeit, desto grösser der Aufbrauch an Muskelkraft. Tauben werden sehr rasch müde, wenn man sie nur einige Male steil auffliegen lässt und erreichen da kaum eine Geschwindigkeit von wenigen Metern, während, wenn man den umgekehrten Vorgang wählt und die Tauben von oben

nach abwärts fliegen lässt, beinahe keine Kraft verbraucht wird und doch, wenn der Flug auch nur wenig unter die Horizontale fällt, selbst Geschwindigkeiten bis zu 20 m pro Sekunde erzielt werden.

Wenn man sich den Taubenflug unter verschiedenen Steigungswinkeln graphisch darstellt, so liefert er beiläufig folgendes Bild.



o ist der Abflugpunkt und *oa*, *ob*, *oc* etc. sind die beobachteten Fluggeschwindigkeiten bei den Auffluguinkeln *hoa*, *hob* etc. oder den Abflugwinkeln *hoi hoz* etc.

Man sieht hier deutlich, welchen ungemeinen Einfluss die Wirkung des Gewichtes des Flugkörpers auf die Flugergebnisse haben.

Wir schliessen hiermit diese Ausführungen mit der Bitte, uns zu gestatten, in späterer Zeit auf den nämlichen Gegenstand, der ja noch lange nicht erschöpft ist, zurückkommen zu dürfen.

Wien, April 1885.

Die Grösse der Flugflächen.

Auszug aus einer Abhandlung des Oberlehrers Herrn Dr. **Karl Müllenhoff.***)

(Fortsetzung statt Schluss.)

C. Eigene Untersuchung.

1. Ziel der Messungen.

Wenn ein fliegendes Thier mit kräftigen Flügelschlägen dem Winde entgegenfliegt und wir denken uns seine Flügelbewegung plötzlich gehemmt, so wird die Grösse der Strecke, die es ohne Flügelschlag wagerecht fortschweben kann, nur von zwei Faktoren abhängig sein: von der Grösse der dem Winde dargebotenen Fläche und von dem Quantum lebendiger Kraft, das es im Momente der Sistirung der Flügelschläge besitzt.

Als die dem Winde dargebotene Fläche ist nun natürlich nicht nur die Fläche beider Flügel (f) in Ansatz zu bringen, sondern es ist, wie

*) Die Abhandlung ist erschienen in E. Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, Band XXXV. Der Auszug ist daraus mit Bewilligung des Verfassers entnommen. Die Redaktion.

bereits von Mouillard geschehen, die gesammte Unterfläche des Thieres (F) als wirksame Trag- und Gleitfläche anzusehen.

Um die Höhe der lebendigen Kraft zu bestimmen, die dem vorwärts schiessenden Körper eigen ist, bedarf man mehrerer Messungen. Zunächst muss man das Gewicht des fliegenden Körpers (P) kennen; sodann ist es nothwendig, die Zahl der in der Zeiteinheit ausgeführten Flügelschläge (n) zu kennen, sowie die Grösse der Totalarbeit, die der als Propeller wirksame Flügel mit jeder Bewegung leistet. Letztere Grösse aber hängt ab einerseits von der Grösse der Flügelfläche (f), andererseits von der Entfernung des Druckmittelpunktes des Flügels von der Drehungsaxe (h).

Da, wie Plateau und Marey zeigten, gleiche Gewichte der Muskeln der verschiedensten Thiere zu einer gleichen Arbeitsleistung befähigt sind, so kann, um die Grösse der in einer bestimmten Zeit durch den Flügel zu leistenden Arbeit zu bestimmen, das Gewicht der Flugmuskulatur (p) Verwendung finden.

Bei allen Berechnungen kommt es nun selbstverständlich hauptsächlich darauf an, den Einfluss der Körpergrösse festzustellen, und es sind somit nicht so sehr die absoluten Maasse von Wichtigkeit, als die Verhältnisszahlen derselben bezogen auf gleiche Gewichte.

Die Wägungen und Messungen, die angestellt sind, um das Flugproblem der Lösung näher zu bringen, sind demnach die Schnelligkeit der Flügelschläge pro Sekunde n,

das Gewicht des ganzen Thieres P,
das Gewicht der gesammten Flugmuskulatur p,
die Segelfläche F,
die Gesammtfläche beider Flügel f,
die Klafterweite K,
die Länge der Flügel (beider Flügel zusammen) l,
die theoretische Flügellänge h.

Berechnet wurde die relative Grösse dieser Werthe nach den Verhältnissen

$$\frac{p}{P}, \frac{F^{1/2}}{P^{1/3}}, \frac{f^{1/2}}{P^{1/3}}, \frac{K}{P^{1/3}}, \frac{l}{P^{1/3}}, \frac{h}{P^{1/3}}.$$

2. Methode der Messungen und Berechnungen.

Bezüglich meiner neuen Messungen und Berechnungen, sowie der von mir aus der vorliegenden Literatur entnommenen Zahlenwerthe, sei folgendes vorausgeschickt.

Viele der alten Messungen konnten keine Berücksichtigung finden, weil sie nach Methoden erhalten waren, die, wie die Prüfung ergab, durchaus unzuverlässig sind.

Zunächst waren alle Daten auszusondern, welche durch Messungen solcher Thiere erhalten waren, die in der Gefangenschaft gelebt hatten. Die in zoologischen Gärten und ebenso auch die als Hausthiere gehaltenen Thiere,

ja selbst solche Insekten (z. B. Schmetterlinge), welche sich im Zimmer entwickelt hatten, lieferten Zahlen, die weder unter sich übereinstimmten, noch mit den übrigen harmonirten. Selbst bei halb domesticirten Thieren, wie den Fasanen und solchen, die wie in der Freiheit herumfliegen, wie die Haustauben, treten sehr bedeutende Differenzen hervor. Dass alle diese Thiere so schwankende Resultate liefern, ist darin begründet, dass dieselben durch den Menschen ernährt werden und mehr oder weniger in der Bewegung gehemmt sind. Sie sind daher bald unnatürlich abgemagert, wie fast alle in den zoologischen Gärten sterbenden Thiere, oder enorm fett, wie die Fasanen. Bald haben sie, wenn sie zur Messung kommen, ein stark abgestossenes, dann wieder ein sehr vollkommenes Gefieder. — Junge Thiere, deren Gefieder noch nicht vollkommen ausgebildet ist, sowie solche alten Thiere, die gerade in der Mauserung begriffen sind, müssen ebenfalls ganz ausgeschlossen werden. Ein jedes zu vermessende Thier muss daher auf sein Lebensalter und auf den Zustand seines Gefieders genau geprüft werden.

Es wurden demgemäss nur solche Exemplare für die Untersuchung verwendet, welche frei lebten und in voller Kräftigkeit plötzlich getödtet waren. Die Insekten wurden im Freien und zwar im Fluge gefangen und durch Blausäuredämpfe getödtet, d. h. sie wurden in eine Flasche gesteckt, deren Boden mit cyankaliumhaltigem Gipsbrei ausgegossen war. Die Vögel wurden geschossen oder in Schlingen gefangen. Bei geschossenen Thieren ist der Versuchsfehler, den das ausfliessende Blut macht, sehr unbedeutend, auch der Zuwachs an Gewicht durch Kugeln und Schrotkörner kann vernachlässigt werden. Bedeutender erwies sich schon bei Vögeln die Differenz an Gewicht, die durch den sehr wechselnden Inhalt des Kropfes verursacht wird. Eine Entleerung des Kropfes der zu wägenden Thiere erwies sich indessen nicht als nothwendig, da der durch den Kropfinhalt verursachte Versuchsfehler innerhalb der Breite der Differenzen im Gewichte liegt, die ein jedes Exemplar je nach Jahreszeit und Ernährungszustand zeigt.

Die in der angegebenen Weise ausgewählten Thiere wurden nun zunächst gewogen. Für die Wägung von Insekten und anderen kleinen Thieren bis zu 10 Gramm diente eine chemische Waage (Genauigkeit 0,01 Gramm bei 10 Gramm Belastung); für Thiere von 10 bis 500 Gramm eine kleine, für schwerere Thiere eine grössere Balancierwaage.

Ausnahmslos wurde nur bis auf die dritte Decimale genau gewogen. Eine grössere Genauigkeit zu erstreben, wäre nutzlos gewesen wegen der vielfachen Schwankungen, die das Gewicht eines Thieres je nach der Jahreszeit und dem jeweiligen Ernährungszustande — dem Vorrathe an Fett — erleidet.

Nachdem das Gewicht bestimmt war, wurde F und f in der Weise gezeichnet, dass das Thier auf den Rücken und zwar mit wie im Fluge ausgebreiteten Flügeln und Schwanzfedern auf einen Bogen weisses Papier gelegt wurde, und es wurden sodann die Kontouren nachgezeichnet. Die

Ausmessung dieser Zeichnungen geschah bei grösseren Thieren durch Zerlegung in Streifen von der Breite eines Centimeters und Ausmessung der durchschnittlichen Länge eines jeden derselben mit einem Centimetermaasse.

Eine Modifikation dieses Verfahrens war bei den Insekten nothwendig. Diese wurden, nachdem sie gewogen waren, in der gewöhnlichen Weise auf Nadeln aufgesteckt und die Flügel in der Stellung ausgespannt, welche dieselben beim Fluge haben. Nach dem Trocknen wurden sodann die Kontouren des Thieres und seiner Flügel auf in Millimeterkarreaus getheiltes Skizzenpapier aufgetragen und die Quadratmillimeter abgezählt.

Diese Art der Oberflächenbestimmung ergiebt, wie zahlreiche Versuche zeigten, bis in die dritte Decimale übereinstimmende Resultate, wenn eine und dieselbe Zeichnung mehrmals ausgemessen wird. Die Methode der Messung ist also ausreichend genau. Wie bereits erwähnt wurde, zeigt sich ja, wenn ein und derselbe Vogel mehrmals gezeichnet wird, je nach dem Grade der Streckung, den man den Flügeln giebt, ein bedeutender Unterschied ($^1/_{100}$) zwischen den verschiedenen Bildern. Ebenso verhält es sich natürlich mit den andern fliegenden Thieren. Auch bei den Fledermäusen und Insekten differiren die Zeichnungen von einander um $^1/_{100}$.

Die angewendete Methode der Ausmessung führt mit grosser Schnelligkeit und Bequemlichkeit zum Ziele und ist deswegen allen andern Methoden vorzuziehen. Eine Ausmessung der Zeichnungen durch Auflegen eines in Quadratcentimeter eingetheilten Bogens Pauspapier und Abzählung der Karreaus ist für die Augen sehr ermüdend und ist dabei nicht einmal schneller ausführbar, als das Zerlegen in Streifen von Decimeter- resp. Centimeter-Breite.

Das Verfahren, durch das Mouillard eine möglichst genaue Ausmessung seiner Zeichnungen zu erreichen suchte, ist bereits besprochen und als viel zu umständlich für die zu fordernde Genauigkeit bezeichnet worden. Wegen der grösseren Umständlichkeit ist auch das Ausmessen der Zeichnungen vermittelst des Planimeters verworfen worden, sowie das von Legal und Reichel befolgte Verfahren, die Zeichnungen auf Papier von bekanntem Gewichte zu entwerfen, sie dann auszuschneiden und durch Wägung die Grösse der Oberfläche festzustellen.

Selbstverständlich ist es, dass bei der Aufzeichnung des Thieres auch die Grenze des Flügels gegen den Rumpf zu nachgezogen wurde.

Nach diesem Bilde wurde nun nicht in der von Legal und Reichel angewendeten Art die Lage des Druckmittelpunktes berechnet, sondern nur die Länge des Flügels und die Klafterweite ausgemessen (Genauigkeit $^1/_{100}$). Eine Berechnung der Druckmittelpunkte, wie sie Legal und Reichel ausgeführt haben, erwies sich als nicht nothwendig. Die Bestimmung der Flügellängen genügte.

Die Bestimmung des Druckmittelpunktes ist überhaupt mit einiger Unsicherheit behaftet wegen der Unsicherheit des Gesetzes des Luftwider-

standes. Nimmt man ihn proportional der zweiten Potenz der Geschwindigkeit, so wäre er zu berechnen nach der Formel $\int y\, x^3\, d\,x \,/ \int y\, x^2\, d\,x = h$ und nicht nach der Formel $\int y\, x^3\, d\,x = h^3 f$, wie sie Prechtl angiebt und ihm folgend Legal und Reichel anwenden.

(Es würde hiernach die Lage des Druckmittelpunktes bei einem sich verschmälernden Dreieck auf 0,6, bei einem sich verbreiternden Dreieck auf 0,8, bei einem Rechteck auf 0,75 der Länge fallen.)

Bei einigen Thieren wurde dann auch noch die Flugmuskulatur möglichst sauber frei präparirt und mit $^1/_{100}$ Genauigkeit gewogen.

Die Berechnungen wurden durchweg auf drei Decimalen genau gemacht.

Die Berechnungen der für die Vergleichung der verschiedenen Flugapparate nothwendigen Verhältnisszahlen erstreckten sich nicht nur auf die durch die eigenen Messungen und Wägungen erhaltenen Zahlen, sondern es bedurfte bezüglich der aus der älteren Literatur entnommenen Zahlen einer ganzen Anzahl von Umrechnungen, um die nothwendige Einheitlichkeit in der Behandlung der Zahlen zu erreichen.

So hatte z. B. Harting, der mit f die Fläche eines Flügels bezeichnete, in seinem $f^{1/2}/P^{1/3}$ Werthe, die sich von unseren durch den Factor $1/2^{1/2}$ unterscheiden; sie sind natürlich nicht halb so gross, wie Marey sagt.

Weit mehr Arbeit machte die Umrechnung der Mouillard'schen Zahlen. Diese bedurften einer vollständigen Neubearbeitung.

Da sie mit grosser Genauigkeit festgestellt sind, sich ausschliesslich auf im Freien lebende Thiere beziehen und sich auf F und P beziehen, so verdienen gerade die Mouillard'schen Messungen und Wägungen eine eingehende Diskussion.

3. Analyse der Mouillard'schen Berechnungen.

Die Art, wie Mouillard seine Berechnungen ausführt, lässt deutlich erkennen, dass er bei aller Schärfe und Zuverlässigkeit im Beobachten weder im Stande ist, den Werth der durch die Beobachtung gewonnenen Zahlen zu verstehen, noch auch die Gesetzmässigkeit zu erkennen, die zwischen zwei gegebenen Reihen von einander abhängiger Zahlen besteht. Der bedenkliche Mangel an mathematischem Verständnisse, der bei ihm in dem Bestreben hervortritt, weit über dass Bedürfniss hinaus genaue Messungen und Berechnungen zu erhalten, zeigt sich noch mehr dadurch, dass er überhaupt gar nicht den Versuch macht, seine durch Messungen und Berechnungen erhaltenen Zahlen irgendwie zu gruppiren. Er würde sonst die einfache Beziehung, die zwischen F und P besteht, gefunden haben müssen.

Ich habe deswegen, um die von Mouillard gegebenen Berechnungen zu verwerthen, es zunächst unternommen, seine Messungen und Wägungen einer graphischen Darstellung zu unterziehen.

Wie bereits erwähnt, berechnet Mouillard das zum Tragen eines Gramms erforderliche Segelareal nach dem Verhältnisse F/P, wobei F die in Quadrat-

centimeter ausgedrückte Segelfläche, P das in Gramm ausgedrückte Gewicht bezeichnet.

Wenn man nun die nach der Mouillard'schen Berechnungsart gefundenen Zahlen z. B. auf in Carreaus eingetheiltem Papier in der Art graphisch darstellt, dass die Ordinatenaxe die Gewichte, die Abscissenaxe das für gleiche Gewichte nach Mouillard's Formel F/P berechnete Segelareal angiebt, so sieht man, dass die sämmtlichen Vergleichszahlen zwischen zwei in geringen Abständen neben einander hinlaufenden und einander ähnlichen Curven liegen.

Diese Grenzcurven haben die Gleichung $y\,x^3 = \text{const.}$ Setzt man in diese Gleichung für $y = P$ und für $x = F/P$, so ergiebt sich $F^{1/2}/P^{1/3} = \text{const.}$, d. h. für alle Thiere, die ein und derselben Curve entsprechen, ist $F^{1/2}/P^{1/3}$ gleich. Zwischen den beiden Grenzcurven kann man sich unzählige ähnliche Curven von der Gleichung $y\,x^3 = \text{const.}$ denken.

Als ein für das Verständniss des Fluges wichtiges Resultat ist demgemäss aus den Mouillard'schen Messungen der Satz abgeleitet: dass die verhältnissmässige Grösse des Segelareals: $F^{1/2}/P^{1/3}$ oder kurz die Segelgrösse (σ) innerhalb bestimmter Grenzen schwangt, die von der Grösse des Thieres ganz unabhängig sind.

Dieses wird am einfachsten erkannt, wenn man in derselben Art, wie es bereits oben für die Mouillardschen Zahlenwerthe geschehen ist, die sämmtlichen vorhandenen Werthe für P und $F^{1/2}/P^{1/3}$ in der Art graphisch darstellt, dass die Ordinatenaxe die Gewichte P, die Abscissenaxe die relative Segelgrösse log. $F^{1/2}/P^{1/3}$ angiebt.

Die Messungen Mouillard's, sowie meine eigenen zeigen in vollkommener Uebereinstimmung, dass kleine und grosse relative Segelgrösse gleichmässig bei schweren und bei leichten Thieren vorkommt. Man sieht daraus, dass bei dieser Art der Berechnung der Einfluss des Gewichtes auf die relative Segelgrösse vollkommen eliminirt ist. Wir können somit das De Lucy'sche „Gesetz" als beseitigt ansehen.

4. Classifikation der Flugthiere nach ihrer Segelgrösse $\sigma = F^{1/2}/P^{1/3}$.

Bei leichten sowohl wie bei schweren Thieren schwankt die Segelgrösse zwischen den Zahlen 2 und 7. Um die Bedeutung, welche diesen Differenzen in dem Zahlenverhältnisse $F^{1/2}/P^{1/3}$ innewohnt, zu erkennen, ist es das einfachste, wenn man die sämmtlichen Thiere nach dem Werthe von $F^{1/2}/P^{1/3}$ oder noch vortheilhafter nach denen von log. $F^{1/2}/P^{1/3}$ ordnet. Man erreicht dadurch, dass Schwankungen um gleiche relative Beträge bei den verschiedensten absoluten Werthen als gleich gross dargestellt werden. Durch diese Art der Anordnung ergiebt sich eine Classifikation der Thiere nach ihrer Fähigkeit, sich ohne Flügelschlag in der Luft zu erhalten: wir können diese Fähigkeit kurz das Segelvermögen nennen.

Wir sehen hieraus: Die fliegenden Thiere gleichen durch die relative

Grösse ihrer Segelfläche ganz den Schiffen. Beim Schiffbau wendet man bekanntlich, um das für ein Schiff von gegebener Grösse erforderliche Segelareal zu finden, die Formel $S/D^{2/3} = a$ oder, was dasselbe ist, $S^{1/2}/D^{1/3} = a_1$ an; hierbei bezeichnet S das erforderliche Segelareal in Quadratmeter, D das Deplacement (= Gewicht) des Schiffes in Kubikmeter, und a oder a_1 hat für jede Schiffsklasse einen von der Grösse des Schiffes ganz unabhängigen Werth. Indessen schwanken die Werthe von a bei den verschiedenen Schiffsklassen sehr beträchtlich. Den niedrigsten Werth hat a bei den Panzerschiffen ($a = 60$), den höchsten bei den für Regattas gebauten Yachten ($a = 200$, ja in einem Falle selbst 275).

Nun ist ja bekannt, dass von allen Schiffen die Panzerschiffe am schlechtesten, die Yachten am besten segeln, und dass bei der in Bezug auf die relative Grösse des Segelareals die Mitte haltenden Schiffsklassen die Fähigkeit zu segeln steigt und fällt, entsprechend einer Vergrösserung oder Verkleinerung von a; man nennt daher auch in der Schiffstechnik den Coefficienten a kurz das Segelvermögen.

Von vornherein wird man geneigt sein, zu vermuthen, dass für die Vögel sich analoge Beziehungen werden nachweisen lassen. Dies ist in der That der Fall.

Die Reihe beginnen die kleinflügeligsten Thiere: Die Stubenfliege und diejenigen Käfer, welche nur kurze Zeit fliegen, wie Dyticus, Hydrophilus. Dazu kommen die schlecht fliegenden Wasservögel (Fulicula, Harelda, Gallinula) und diejenigen Hühner, welche keine grossen Schmuckfedern haben (Bonasa, Lagopus, Perdix). Bei allen diesen Thieren ist das Segelvermögen so klein (log. $\sigma = 0{,}26$ bis $0{,}5$), dass an ein Schweben oder Segeln nicht zu denken ist. Diese Thiere fallen daher sehr schnell, selbst heftig zu Boden, sobald die wegen der Kleinheit ($f^{1/2}/P^{1/3}$) und Kürze ($l/P^{1/3}$) der Flügel nothwendigerweise sehr raschen und einen grossen Kraftaufwand p/P erfordernden Flügelschläge aufhören.

Diese Thiere mit flatterndem Fluge kann man kurz als den Wachteltypus bezeichnen.

Ihnen schliessen sich an solche Thiere, welche zwar ebenso kleine Flügelflächen wie die vorigen, aber doch ein etwas grösseres Segelareal haben, log. $\sigma = 0{,}6$. Hierzu gehören die Hühner mit grossen Schmuckfedern (Phasianus, Tetrao urogallus, Pavo) und Insekten mit grossen Geschlechtszierrathen (Lucanus). Diese Thiere vom Fasanentypus können zwar ebenso wenig wie die vorigen längere Zeit fliegen, sie brauchen aber doch nicht beim Senken des Körpers so ängstlich zu flattern, wie die Thiere vom Wachteltypus. Geradezu ein Hinderniss für die rasche Fortbewegung wird die Steigerung des Segelareals beim Pfau; trotz verhältnissmässig grosser und zumal langer Flügel und kräftiger Flugmuskulatur fliegt derselbe nur sehr langsam.

(Schluss folgt.)

Vorsichtsmaassregeln bei Ballon-Auffahrten.

Im vorigen Hefte dieser Zeitschrift (Seite 172 u. flgde.) ist das Gutachten mitgetheilt, welches der Vorsitzende des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, Dr. Wilh. Angerstein, dem Königlichen Polizei-Präsidium zu Berlin bezüglich der Vorsichtsmaassregel bei Ballon-Auffahrten erstattet hat. Anschliessend daran lassen wir hier das nachstehende, inzwischen Dr. Angerstein zugegangene Schreiben folgen.

Polizei-Präsidium, Abtheilung II. Berlin, den 31. Juli 1885.
Journal No. L. 208. II. G.

Das Polizei-Präsidium hat an die Auffahrten mit Luftballons die Erfüllung folgender Bedingungen geknüpft:

A. Bei Ballons mit Gasfüllung (sogenannten Charlièren).

1. Der Ballon muss oben mit einem Ventil, unten mit einem Füllungsloche versehen sein, welches eine schlauchartige Verlängerung haben muss.
2. Das Ventil muss so eingerichtet sein, dass es jederzeit mit einer Leine dirigirt werden kann.
3. Die Verlängerung des Füllungsloches muss beim Aufsteigen und während der Fahrt stets offen gehalten werden und mittelst einer Seilverbindung entweder an der Gondel oder am Trageringe so befestigt werden, dass sie sich bei der Fahrt nicht in das Innere des Ballons hineinziehen kann.
4. Es ist ein Anker mitzunehmen, welcher mittelst eines etwa 40 Meter langen Seiles entweder am Tragering oder an der denselben zu ersetzenden Vorrichtung zu befestigen ist.
5. Am Ballon müssen mindestens vier sogenannte Sturmleinen befestigt sein, welche bei den kugelförmigen Ballons auf dem höchsten Punkt, auf den langgestreckten Ballons auf der höchsten Linie anzubringen sind.
6. Die Tragekraft des Ballons ist so abzumessen, dass derselbe
   a. sein Eigengewicht nebst Gondel und Zubehör,
   b. den Luftschiffer und eventuell die Passagiere,
   c. in jedem Falle noch so viel Ballast, als etwa zwei Drittel des mittleren Gewichts eines Mannes, also etwa 50 Kilogramm, mit sich führen kann.
7. Jeder Ballon muss mit einer Gondel versehen sein; Ausnahmen dürfen nur durch die II. Abtheilung zugelassen werden. Trapez-Uebungen und dergleichen unter der Gondel sind unter allen Umständen unstatthaft.
8. Der Stoff, aus welchem der Ballon hergestellt ist, darf nicht schadhaft sein. Sind Beschädigungen vorgekommen, so muss das Flicken durch eingenähte Zeugstücke erfolgen. Das Zukleben mit Papier, Zeug oder englischem Pflaster etc. ist unstattbaft.

B. Bei Heissluft-Ballons (sogenannten Montgolfièren).

1. Die Heizungs-Vorrichtungen müssen so angebracht sein, dass Flammen in keinem Falle den Ballon berühren können.
2. Der Ballon mit allem Zubehör muss mit einem die Verbrennbarkeit verhindernden Stoff imprägnirt sein.
3. Ventil, Sturmleinen, Anker und Ballast sind ebenso nothwendig, wie bei dem mit Gas gefüllten Ballon. —

Diese Vorschriften theilt das Polizei-Präsidium Ew. Wohlgeboren mit dem Bemerken ergebenst mit, dass die Polizei-Revier-Vorstände angewiesen worden, falls sie darüber in Zweifel sind, ob in den einzelnen Fällen jenen Vorschriften vollständig genügt ist, von den Luftfahrtunternehmern das Gutachten von Sachverständigen zu erfordern, als welche die Mitglieder des Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt in Vorschlag gebracht worden sind.

Königliches Polizei-Präsidium.
II. Abtheilung.
Schmidt.

An Herrn Dr. Wilhelm Angerstein Wohlgeboren
Hier, Alte Jakobstrasse 134.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Allgemeine Sportzeitung. Wochenschrift für alle Sportzweige. Herausgegeben und redigirt von Victor Silberer. Wien 1885. No. 27 und No. 29.

Diese Zeitschrift bringt in ihrer No. 27 vom 3. Juli d. J. unter der Ueberschrift: „Eine aëronautische Anstalt in Wien“ folgende Mittheilung: „In Wien ist derzeit ein Etablissement in der Errichtung begriffen, wie ein solches als Privatunternehmen auf der ganzen Welt nicht existirt. Es ist dies eine aëronautische Anstalt, zu deren Zwecken das hohe k. k. Obersthofmeisteramt Sr. Majestät des Kaisers dem Herausgeber dieses Blattes im k. k. Prater auf der ehemaligen Feuerwerkswiese ein geeignetes Terrain von circa 12 000 Quadratmeter verpachtet hat. Die Arbeiten für die erwähnte Anstalt sind seit nunmehr zwei Monaten in vollem Gange, und wird das Etablissement, wenn fertiggestellt, zweifellos nicht nur das besondere Interesse der militärischen und wissenschaftlichen Kreise erregen, sondern voraussichtlich auch im grossen Publikum Verständniss und Anerkennung finden. Die erwähnte Anstalt hat den Zweck, sowohl militärische als auch wissenschaftliche aëronautische Versuche aller Art zu ermöglichen, und wurden zu diesem Zwecke zwei vollkommen fachgerechte Aufstiegplätze, und zwar einer für freie Auffahrten und einer für Versuche mit Captif-Ballons hergestellt. Weiter ist ein grosses Ballonhaus und ein Werkhaus zur Herstellung aller Arten von Ballons im Bau begriffen, und wird die Anstalt sonach nicht nur zu Versuchen mit fertigen Ballons dienen, sondern auch in der Lage sein, eventuell die Herstellung solcher in allen Formen und Grössen zu übernehmen. Bei dem Umstande, als bei uns bisher der Staat nicht in der Lage war, für aëronautische Versuchszwecke Ausgaben zu machen, erscheint wohl die Gründung dieser Anstalt besonders wichtig, da auf diese Weise von privater Seite eine Vorsorge getroffen wird, die unter Umständen eines Tages von grossem Werthe für die Kriegsverwaltung werden kann.“ —

No. 29 vom 17. Juli d. J. enthält folgende, englischen Blättern entnommene Notiz: „In London fand am Samstag der Vorwoche eine Ballon-Wettfahrt unter dem Patronate und im Beisein vieler Mitglieder der aëronautischen Gesellschaft von Grossbritannien statt. Wie gewöhnlich fand sich auch diesmal das Publikum schon zeitig ein, um der Füllung der Ballons, welche vor dem Alexandra-Palast vor sich ging, beizuwohnen. In einem Theile des Gebäudes waren verschiedene Pläne, Modelle und Hilfsmittel, die auf die Luftschifffahrt Bezug haben, ausgestellt. Dort ereignete sich auch ein unangenehmer Zwischenfall. Mr. Breary, der Secretär der aëronautischen Gesellschaft, zeigte einigen Anwesenden um ungefähr 1 Uhr Mittags

die Zusammensetzung einer Maschine, als ein kleiner Theil derselben abbrach und Mr. Breary's Gesicht so unglücklich traf, dass die Nase geradezu gespalten wurde. Aerztliche Hilfe war wohl bei der Hand und befindet sich der Verletzte bereits auf dem Wege der Besserung. Das von den Ballons zu erreichende Ziel war Bury St. Edmunds. Es betheiligten sich folgende Ballons: „Reliance“ mit Mr. Barker, „Eclipse“ mit Captain Graham, „Nonpareil“ mit Mr. Beatson und „Monarch“ mit Mr. Shadbolt und Mr. W. Dale. Nach 5 Uhr fand sich dann eine grosse Zuschauermenge ein, welche der Auffahrt beiwohnen wollte. Um 5 Uhr 49 Minuten stieg dann zuerst der „Nonpareil“ auf, in welchem bekanntlich seiner Zeit der verstorbene Mr. Burnaby seine denkwürdige Fahrt über den Canal gemacht hatte, um 6 Uhr 17 Minuten „Eclipse“, um 6 Uhr 20 Minuten „Monarch“ und eine Minute später „Reliance“. Der letztgenannte Ballon, in dessen Korb Captain Graham und Mr. J. D. Skeggs sassen, landete dann nach einer Fahrt von 50 Minuten in North Weald, nachdem die drei anderen Ballons schon vorher zur Erde gegangen waren.“

Der Ballondienst in der Armee.

I.

Unsere Tagespresse hat sich neuerdings mehrfach mit dem Ballondienste in der Armee beschäftigt. Unter Anderen schrieb die „National-Zeitung“:

Wenn demnächst, wie neulich gemeldet wurde*) und nicht zu bezweifeln ist, das im vorigen Jahre provisorisch errichtete Ballon-Detachement des Eisenbahnregiments zu einer dauernden Institution erhoben werden sollte, so wird man nicht gerade sagen können, dass diese Maassregel eine übereilte sei.

Merkwürdig genug, wie lange es gedauert hat, ehe sich die Anwendung der Luftballons für Kriegszwecke Bahn gebrochen, nachdem doch schon vor mehr als 90 Jahren die Franzosen eine Aërostatenkompanie (1794 bei der Maas- und Sambrearmee in Maubeuge, um Charleroi, bei Fleurus, Lüttich und Aldenhoven, sowie demnächst bei der Rhein- und Moselarmee 1794, vor Mainz und 1795 bei Mannheim, Düsseldorf, Neuwied und Würzburg) in Thätigkeit und die Rekognoszirungen vom gefesselten Ballon nützliche Resultate gehabt hatten. Weshalb eigentlich die Sache trotz ihrer Wichtigkeit später wieder aufgegeben, ist nicht recht klar — wahrscheinlich nur infolge zufälliger äusserer Umstände. Nachdem nämlich die zuerst errichtete Luftschifferkompagnie bei Würzburg in Gefangenschaft gerathen war, wurde für die Expedition nach Aegypten eine neue errichtet. Das französische Transportschiff aber, welches deren Material nach Aegypten bringen sollte, wurde unterwegs von den Engländern weggenommen, so dass die Kompagnie überhaupt nicht in Aktion treten konnte. Ein Irrthum ist es daher, zu behaupten, Bonaparte habe sich in Aegypten persönlich von der Nutzlosigkeit des Ballons überzeugt und aus diesem Grunde später keinen Gebrauch davon gemacht.

Nachdem ein solcher von den Franzosen dann nur noch in einzelnen Fällen improvisirt worden war (1814 in Antwerpen, 1830 in Algier, 1859 vor Peschiera), kam es erst im nordamerikanischen Sezessionskriege wieder zur militärischen Organisation einer Luftschifferkompagnie, die der Unionsarmee durch Rekognoszierungen gute Dienste leistete.

Wohl hierdurch veranlasst, wurden dann in den letzten 60er Jahren auch in

---

*) Siehe Heft VI Seite 191 dieses Jahrgangs unsrer Zeitschrift.

Preussen Versuche angestellt, die das Kriegsministerium jedoch im Februar 1870 resultatlos mit der Entscheidung abschloss, dass weiteres Zuwarten rathsam sei. Nichtsdestoweniger sollten schleunigst Ballondetachements zu Rekognoszirungszwecken organisirt werden, als wenige Monate später der Krieg ausbrach. In Deutschland fehlte dazu jedoch so ziemlich Alles. Erst Ende August gelang es, in England 3 Ballons anzukaufen, von denen einer sich später als Montgolfiere, für den vorliegenden Zweck also unbrauchbar erwies. Kundige Aëronauten waren auch nicht zu haben. Die ganze Ausrüstung und das Personal mussten improvisirt werden. Die Folge war, dass das zuerst nach Strassburg geschickte Detachement Fiasko machte. Und doch hätte es zur Rekognoszirung der Werke und zur Kontrolle des dort zuerst angewendeten indirekten Brescheschusses gute Dienste leisten können. Letzterer führte speziell gegen die wichtigen Unterwasserschleusen nur deshalb nicht zu dem gewünschten Resultate, weil die Wirkung nicht beobachtet werden konnte.

Auch in Frankreich war vor dem Kriege für die militärische Verwendung der Ballons nichts geschehen, obschon die im Jahre 1868 gegründete Société de la navigation aérienne sich in dieser Richtung bemüht hatte. Noch zu Beginn des Krieges lehnte die Kaiserliche Regierung deren Dienste ab. Welchen Aufschwung dann die Luftschifffahrt während der Belagerung von Paris nahm, ist bekannt. In 64 Ballons wurden 155 Personen, 363 Brieftauben und gegen 3 Millionen Briefe nach aussen befördert. Auch für die Loirearmee wurden 2 Luftschifferkompagnien improvisirt, konnten es indessen zu keiner erfolgreichen Thätigkeit bringen.

Nach dem Kriege machten sich auffallenderweise nur die Franzosen die Lehre zu Nutze, da auch auf diesem Gebiete Improvisationen nicht im Stande sind, sorgfältige Vorbereitungen zu ersetzen. Schon 1871 wurde eine Spezialkommission gebildet, 1875 das militär-aëronautische Institut in Meudon gegründet, und nachdem 1879 dessen nächste Aufgaben befriedigend gelöst worden waren, ein zwiefaches Material eingeführt; einerseits freie Ballons zum Verkehr belagerter Festungen mit der Aussenwelt, andererseits gefesselte Ballons zu Rekognoszirungszwecken. Für deren Verwendung im freien Felde sollen 5 Trains gebildet sein, ein jeder aus 5 Wagen bestehend, deren 2 für den Transport des Ballons nebst Gondel und Zubehör des Wassers und des Feuerungsmaterials, 2 als fahrbare Oefen zur Erzeugung des Gases, der 5. zur Befestigung und Führung des schwebenden Ballons. Seit 1882 wandte man sich dann den Versuchen zur Herstellung eines lenkbaren Luftschiffes zu, als deren Ergebniss bisher die 3 Fahrten mit dem Luftschiffe der Hauptleute Krebs und Renard bekannt geworden sind. Auch in England ist es auf Grund der seit 1871 betriebenen Versuche schon vor 6 Jahren (1879) zur Organisation einer Luftschifferkompagnie gekommen und in Italien so eben dasselbe geschehen. Dass die im Bestande der deutschen Armee so lange verbliebene Lücke nunmehr gleichfalls ausgefüllt werden wird, lässt sich hiernach wohl voraussehen.

Versammlung des Vereins deutscher Maschinen-Ingenieure im Mai 1885.

Vorsitzender: Civil-Ingenieur Veitmeyer. Schriftführer: Kommissionsrath Glaser.

Herr Sekonde-Lieutenant Moedebeck hielt einen Vortrag über die lenkbaren Luftschiffe unter besonderer Berücksichtigung ihrer Motoren. Den Mittheilungen des Vortragenden entnehmen wir Folgendes:

Die Bemühungen, den Luftballon so in die Gewalt zu bekommen, dass man ihm eine bestimmte Richtung geben kann, sind seit den hundert Jahren des Bestehens

dieser Erfindung sehr mannigfaltiger Art gewesen. Vier Hauptprinzipien lassen sich indess bei allen bisher angestellten Versuchen genau unterscheiden. Anfangs suchte man den Kugelballon durch Ruder, Segel, Wendeflügel-Schrauben und Schirme, die durch Menschen bedient wurden, zu lenken. Diese Methode hat nie hervorragende Resultate geliefert. Ein zweites Prinzip war, mit dem Ballon fortwährend abwechselnd zu steigen und zu fallen und hierbei zur Vorwärtsbewegung die schiefe Ebene auszunutzen. Die Theorie ist ganz richtig; bei der praktischen Ausführung müsste man indess den entgegenstehenden Winden entsprechend so schnell hinter einander steigen und fallen, dass der hierdurch auf die schiefe Ebene wirkende Luftdruck den durch die Luftströmung erzeugten Widerstand übertrifft. Der Versuch verunglückte selbstverständlich. — Eine fernere Richtung in der Aëronautik ist die, welche sich darauf beschränkt, die in verschiedenen Höhen verschiedenen Luftströmungen auszunutzen. Die Unglücksfälle, welche aber eine zu diesem Zweck gemachte Verbindung von Gas- und Warmluftballon im Gefolge hatte, schreckten von weiteren Versuchen ab. Gleichwohl ist der englische Major Templer durch seine glücklichen Leistungen in dieser Beziehung bekannt geworden. Das letzte und zugleich interessanteste und hoffnungsvollste Prinzip betrifft die Herstellung länglicher, der Luft möglichst wenig Widerstand bietender Aërostaten, welche durch Propeller, die ein starker und zugleich leichter Motor in Bewegung setzt, getrieben werden.

Die praktischen Versuche, welche im vorigen Jahrhundert nach dieser Richtung gemacht wurden, beschränken sich auf zwei. Im Jahre 1784 stiegen Georg Stuwer in Wien und die Gebrüder Roberts in Paris mit derartigen länglichen Aërostaten auf; erreichten aber mit ihren Rudern resp. Klappschienen nur mässige Resultate. In der späteren Zeit darauf folgen eine grössere Zahl Projekte, welche oft sehr phantastischer Natur sind. Die Entwickelung der Dampfmaschine, ferner die der elektro-magnetischen Maschine, die Einführung der Archimedischen Schraube in die Nautik verfehlten auch nicht, in der Aëronautik neue Hoffnungen zu erwecken und es traten nun demzufolge neue Projekte auf.

Im Jahre 1850 veranstaltete Graf Jullien zu Paris Versuche mit einem Modellballon, der ein Uhrwerk zum Motor hatte, welche theilweise recht günstig ausfielen. Henry Giffard, der Erfinder des Injektors, wurde hierdurch angeregt, im Jahre 1852 einen Ballon zu bauen, der abweichend von allen bisher dagewesenen die Form einer beiderseits zugespitzten Cigarre hatte und durch eine Dampfmaschine von drei Pferdekräften, die einen dreiflügeligen Schraubenpropeller in Rotation versetzte, fortbewegt werden sollte. Giffard brachte die ganze Maschine mit der Gondel 10 m unter dem Ballon an. Dass diese Anordnung der weiten Entfernung von Kraft- und Widerstands-Mittelpunkt ebenso wie eine von Giffard angewendete, wenig starre Verbindung zwischen Gondel und Ballon viele Nachtheile bietet, hat sich in der späteren Praxis wiederholentlich gezeigt. Der Versuch, welchen Giffard am 24. Sept. 1852 unternahm, bewies, dass die Maschine zu schwach war, dem derzeitigen Winde zu widerstehen. Der misslungene Versuch schüchterte ihn indess durchaus nicht ein. Im Jahre 1855 trat er mit einem verbesserten Luftschiff auf. Die lockere Aufhängung der Gondel blieb die gleiche, ihre Entfernung vom Ballon wurde noch vergrössert. Die Maschine zeigte wiederum zu geringe Kraft. Als Giffard landen wollte, glitt das Netz mit Gondel und Maschine vom Ballon herunter. Bei der aufrechten Stellung des Ballons platzte er ausserdem und nur der geringen Höhe, in der er sich noch befand, hatten beide Insassen der Gondel es zu verdanken, dass

sie mit dem Leben davonkamen. Die nun folgende Zeit bildet für die Praxis der Aëronautik eine grosse Ruhepause, während die litterarische Thätigkeit einen bedeutenden Aufschwung nahm und viel Naturwidriges und Lächerliches neben sehr wenigem Brauchbaren zu Tage förderten.

Ein neues Leben durchweht die ganze Luftschifffahrt erst seit dem Kriege 1870/71. Die damaligen Leiter der Französischen Regierung, Thiers und Gambetta, haben persönlich den grössten Antheil an dem Verdienst, dasselbe angefacht zu haben.

Jedermann war seit langer Zeit davon überzeugt, dass ein Ballon im abgeschlossenen oder vor Winden geschützten Raum gut beweglich und lenkbar sei. Dasselbe muss auch bei Wind stattfinden, wenn eine grössere Triebkraft angewendet wird.

Der Vortragende verbreitet sich nun über die Beobachtungen, die behufs Ermittelung der Windstärken, welche bekanntlich in verschiedenen Höhen gleichzeitig sehr verschieden sind. Der Druck einer Luftbewegung von 14 bis 16 m auf die vordere Ballonfläche wird der Konstruktion eines Ballonmotors zu Grunde gelegt werden müssen, mit dessen Hülfe thatsächlich ein Luftschiff während zwei Drittel des Jahres sich willkürlich zu bewegen vermag.

Im Auftrage der Französischen Regierung konstruirte Dupuy de Lôme im Jahre 1871 ein Luftschiff, welches durch acht Menschen mittelst eines Schraubenpropellers bewegt werden sollte. Fast gleichzeitig mit Dupuy de Lôme baute Paul Haenlein aus Mainz in Wien seinen lenkbaren Ballon. Was diesen vor allen dagewesenen auszeichnet, ist die angestrebte, starre und nahe Verbindung zwischen dem Träger des Motors, der Gondel und dem Ballon. Der bedeutendste Schritt nach vorwärts lag wohl in dem Gedanken, das Füllungsgas selbst als treibendes Agens zu benutzen, als Motor eine Lenoir'sche Gasmaschine zu verwenden. Die Versuche mit diesem Ballon begannen am 13. Dezember in Brünn in Gegenwart vieler Fachmänner. Der Ballon wurde dabei an Stricken lose gehalten. Es ergab sich, dass er eine gewisse Eigengeschwindigkeit (Haenlein schätzt sie auf 5 m) erhielt und folglich auch dem Steuer gehorchte. Leider setzte der damals eintretende Krach weiteren Versuchen ein Ziel. In Frankreich hatte inzwischen die Regierung zwar die Lust verloren, derartigen Experimenten fernere Zuschüsse zu Theil werden zu lassen, die Aëronautische Gesellschaft in Paris erhielt jedoch neue Impulse, als es Gambetta gelang, für das durch Thiers gleich nach dem Kriege in's Leben gerufene Etablissement für Militär-Aëronautik zu Meudon eine Summe von 200 000 Franks durchzusetzen, welche besonders zu Versuchen über die Lenkbarkeit der Aërostaten verwendet werden sollten.

Diese Gesellschaft hat heute die Aëronautik in Frankreich wissenschaftlich und praktisch in solcher Weise ausgebildet, dass unsere Nachbarn im Falle eines Krieges mit vorzüglichem geprüften Material und vor allem mit einer grossen Anzahl durch und durch gut gebildeter Aëronauten versehen sind.

Der Ingenieur Gaston Tissandier führte 1880 den Versuch aus, die Propellerschraube des Luftschiffes mittelst eines Elektromotors zu treiben. Sein Modell funktionirte ganz vorzüglich; es hatte eine von Trouvé konstruirte kleine Dynamomaschine von nur 220 g Gewicht, welche ihre Kraft aus 2 bis 3 Plante'schen Sekundär-Batterien, deren jede 500 g wog, schöpfte. Die glücklichen Versuche ermuthigten ihn zu einer Ausführung im Grossen. Er baute einen Ballon von 9,20 m Durchmesser und 28 m Länge in der Spindelform Dupuy de Lôme's und brachte

in einer käfigförmigen Gondel aus Bambusholz, welche ähnlich wie bei Giffard's Versuch (1855) ziemlich locker unter dem Ballon hing, seinen Motor an.

Der Versuch zeigte eine Wirkung gegen die Windrichtung, sobald alle Elemente in Thätigkeit waren. Der starke Strom erwies sich jedoch nicht konstant und der Aërostat musste in Folge dessen mit dem Nachlassen der Kraft dem Laufe der Windrichtung wieder Folge leisten.

Den Hauptleuten Renard-Krebs gebührt das Verdienst, zum ersten Mal einen freien Aërostaten willkürlich in der Luft bewegt zu haben, in der Weise, dass sie eine vollkommen geschlossene Linie in Form einer 8 beschrieben, welche ihren Anfangs- und Endpunkt auf demselben Flecke im Etablissement zu Meudon hatte. Die Französischen Berichte bauschten natürlich alles nach ihrer Art über die Maassen auf und verwischten dadurch bei verständigen Menschen das Interesse, welches die erste Nachricht geschaffen hatte, weil sich bald darauf zeigte, dass bei stärkerem Winde der Aërostat das Schicksal seiner Vorgänger theilte. Es wäre aber falsch, ihn deshalb ad acta zu legen.

Die Beschaffenheit des Motors wird leider sekret gehalten, es steht indess fest, dass es eine Dynamomaschine ähnlich der Tissandier'schen ist, welche durch 32 bedeutend kräftigere Elemente getrieben wird. Es ist wahrscheinlich, dass es Chlorsilber-Elemente sind, denn nach Französischen Angaben, die auf diese passen, sind sie sehr theuer, sehr schwer und arbeiten nur eine bestimmte Zeit. In unbewegter Luft soll der Ballon eine Geschwindigkeit von 8 bis 9 m erlangen und das erscheint glaubwürdig, wenn man berücksichtigt, dass er bei ziemlicher Windstille unten in einer Höhe von 300 m eine Geschwindigkeit von 6,4 m pro Sekunde erreicht hat.

Was den Renard-Krebs'schen Ballon so sehr von allen anderen Französischen unterscheidet, ist eine vollständige Aenderung der Grundprinzipien des Baues. Sie sind von der symmetrischen Ballonform und der tiefen Gondel-Aufhängung von Giffards Basis vollkommen abgewichen und haben sich mehr an die in Deutschland maassgebenden Grundsätze für lenkbare Ballons angelehnt. Dahin gehört insbesondere die innige starre Verbindung zwischen Gondel und Ballon, sowie die unsymmetrische Form des letzteren. Thatsache ist, dass man in Meudon vor der Einführung des elektrischen Motors sich mit Versuchen mit einem Gasmotor beschäftigte, dessen Idee man von Deutschland hergenommen hat. Dieser Gasmotor kann kein anderer als der von Haenlein 1874 erfundene sein. Es ist auffallend, welche Aehnlichkeit zwischen diesem und dem Meudoner Ballon besteht.

Neu und praktisch ist indess die Anbringung der Propellerschraube am Vordertheil und die Verwendung eines körperlich oktaederartigen Steuerruders.

Die bekannten und wichtigen Fahrten lenkbarer Luftschiffe haben hiermit vorläufig ihren Abschluss gefunden. Alle Experimente beweisen, dass es nur eines kräftigen geeigneten Motors bedarf, um endlich Herr über die Atmosphäre zu werden; sie beweisen ferner, dass die zu Grunde gelegten Angaben über die während des grössten Theils des Jahres vorhandenen Windgeschwindigkeiten zu niedrige waren.

Nach Schluss der anregenden Diskussion, zu welcher der beifällig aufgenommene Vortrag Anlass gab, sprach Herr Ober-Ingenieur Reimherr über italienische Dampftrams. Auch dieser Vortrag gab zu einer Diskussion Anlass, nach welcher die Sitzung geschlossen wurde.

Nachruf.

Der Tod hat unserm Vereine eins seiner eifrigsten Mitglieder entrissen, ein Mitglied, das zu den Begründern desselben gehörte und das seine Kraft mit grosser Hingebung im Vorstande und in der allgemeinen Thätigkeit des Vereins, besonders auch als Mitarbeiter dieser Zeitschrift für die Förderung der Luftschifffahrt geopfert hat.

Am 1. August 1885 früh 9 Uhr 30 Minuten starb zu Berlin der

Ingenieur Herr **J. E. Broszus.**

Geboren am 23. Juni 1854 im Dorfe Datzen bei Gumbinnen, also erst 31 Jahre alt, ist derselbe nach längerer Krankheit, die ihn freilich nur in der allerletzten Zeit an das Zimmer fesselte, einem Brustleiden erlegen. Nachdem er in Königsberg seine Studien vollendet, kam er im Jahre 1870 nach Berlin. Hier war er in verschiedenen Maschinenfabriken als Ingenieur thätig und beschäftigte sich ausserdem privatim mit wissenschaftlichen Arbeiten sehr ernster Art.

Als sich am 31. August 1881 der Deutsche Verein zur Förderung der Luftschifffahrt bildete, gehörte Herr Broszus zu den siebzehn Mitgliedern, welche sich damals zur Gründung desselben vereinigt hatten. In der Sitzung vom 8. September 1881 wurde er zum Schriftführer gewählt und er blieb in diesem Amte bis zum Anfange des Jahres 1884.

Seine literarische Thätigkeit beschränkte sich nicht allein auf unsere Zeitschrift. Sein kleines Werk „Die Theorie der Sonnenflecken“ (Verlag von J. Springer in Berlin) hat in weiteren Kreisen Aufmerksamkeit erregt. In verschiedenen wissenschaftlichen Fachblättern hat er Abhandlungen über Aëronautik veröffentlicht. Einer seiner uns gelieferten Aufsätze gelangt erst jetzt, gleichzeitig mit dieser Mittheilung über seinen Tod, in dem vorliegenden Hefte zum Abdruck und noch vor wenigen Wochen theilte er der Redaktion mehrere die Aëronautik betreffende Themata mit, die er für unsere Zeitschrift zu bearbeiten gedachte.

Der Tod hat den strebsamen Mann in der Blüthe der Jahre dahingerafft. Begraben sind mit ihm seine Hoffnungen, seine Pläne. Wir aber werden ihm ein ehrendes Andenken widmen.

Druck von Otto Elsner Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Alte Jacob-Strasse 134.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

IV. Jahrgang. **1885.** **Heft VIII.**

Trostspruch.

Eine Umschau auf flugtechnischem Gebiete bestätigt, dass auch die aëronautische Wissenschaft sich aus einem dem Chaos gleichenden Anfang zu klären beginnt.

Wir sagen mit Vorbedacht „Wissenschaft", denn sichtbarlich hat sich der Geist des Stoffes bemächtigt und sucht die durch ein Jahrhundert aufgespeicherten Erfahrungsthatsachen durch Vernunftschlüsse zu ordnen, und hierin liegt der Beweis, dass die Aëronautik bereits Wissenschaft geworden ist.

Allerdings sind es bisher nur theoretische Ideen, welche auf der Oberfläche des Bildes prangen und gleich dem Lichtbilde noch der bestimmten Fixirung bedürfen, aber diese Theorien stützen sich nicht mehr wie einst auf metaphysische Spekulationen, sondern auf Ergebnisse der induktiven Forschungsmethode, welche in den Naturwissenschaften täglich so enorme Fortschritte hervorruft.

Träume sind Schäume. Nie wurde dieses Sprichwort richtiger angewendet, als auf die früheren Hypothesen des Fluges!

Man hat mit Recht die Hypothese aus der Kombination verbannt und baut die neuen Ideen auf Thatsachen auf. Man sucht nach dem Gesetze des Fluges, denn dieses Gesetz allein enthält den Schlüssel für die Lösung des Flugproblems.

Dornenvoll ist der Pfad, auf welchem die junge, neue Wissenschaft fortschreitet, denn sie kämpft mit den durch ein ganzes Jahrhundert herangebildeten falschen Anschauungen, die man als Denknothwendigkeiten hin-

stellt. Aber der grosse und hehre Zweck des Menschen in dieser schönen Welt, Herrschaft über die Natur zu erlangen, sie zu zwingen, seine Arbeit zu verrichten, wird auch zweifelsohne in der Aëronautik erzielt werden, denn der Flug ist eine natürliche, daher nachahmbare Bewegung; er ist eine mechanische Thatsache, die, dieser ihrer mathematischen Natur wegen, unter allen Umständen nachahmbar sein muss.

Die Lösung der Aufgabe wird eine Frucht gemeinsamer Arbeit sein; es ist völlig ausgeschlossen, dass einem Einzelnen die Ueberwältigung alles Entgegenstehenden gelingt, nur die gemeinschaftliche Anstrengung kann das die Kräfte des Einzelnen übersteigende Ziel erreichen.

Aber gemeinsame Arbeit ist auch nur dann in diesem Sinne wirksam, wenn die angewendeten Kräfte sich nicht nach verschiedenen Richtungen zersplittern. Leider ist dies noch ausgesprochen der Fall. Noch theilt sich das Lager der Flugtechniker in Ballonanhänger und Dynamiker, als ob es unmöglich wäre, beide Richtungen gleichzeitig zu kultiviren. Der Autoritätsglaube spielt in der Aëronautik noch eine verderbliche Rolle; man ist in der Prüfung der Beweisgründe noch viel zu wenig strenge und legt offenkundigen Thatsachen nicht den ihnen gebührenden Werth bei. Die Mathematik wird vernachlässigt, das Ergebniss strenger Rechnung angezweifelt. Die Bildung darauf basirender abstrakter Begriffe und die Verbindung der Vorstellungen schreitet nur langsam vor.

Man sucht noch zu wenig nach den bisher verborgen gebliebenen Aehnlichkeiten mit den natürlichen Flugthieren.

Neue Ideen werden mit einer kaum verständlichen Entrüstung aufgenommen, als ob durch sie ein Sakrilegium verletzt würde. Es ist das sonst nicht deutsche Methode, welche nie verwirft, bevor sie geprüft hat, und selten vorschnell urtheilt — aber die Aëronauten betrachten die Welt mit anderen Augen.

Die Aëronauten sehen nur vereinzelte Thatsachen, wo dem ruhigen Denker die Verbindungen und Verhältnisse, in welchen dieselben zu einander stehen, klar werden.

Man vergisst in der Hitze des Gefechts ganz die eigentliche mechanische Aufgabe, die lediglich nur darin besteht, die in der Natur vorkommende Flugbewegung vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben, denn diese Beschreibung ist auch die Lösung.

Die Selbstüberschätzung, welche sich einzelne oft schon ergraute Jünger der Flugtechnik gestatten, ist der grösste und unbezwingbare Feind einer erspriesslichen Thätigkeit; sie macht sie blind gegen beweisende Vorkommnisse und die sonst allgewaltige Autorität des normalen Verstandes gilt nicht bei ihnen. Sie vermögen sich nicht der absoluten Sicherheit, die mathematische Schlüsse aller Welt gewähren, unterzuordnen; für sie existiren eigene selbst erdachte Gesetze, die keine Gesetze sein können, weil sie nicht Verstandesschlüsse sind.

Unter solchen Verhältnissen ist es wohl begreiflich, dass sich neue, wenn auch richtige und gut bewiesene Ideen nur unglaublich langsam Glauben erwirken. Das Dogma einer verarmten Phantasie hindert es mit Erfolg.

Aber die Welt erneuert sich mit jedem Tag. Neue Schüler der kaum geborenen aëronautischen Wissenschaft werden auftauchen und unter ihnen wird sich gewiss derjenige finden, welchem die Gabe gegeben sein wird, den wahren Begriff des Fluges und mit ihm dessen unanfechtbares Gesetz hinzustellen. Möge diesem Glücklichen auch die Arbeitskraft gegeben sein, seine Idee in solcher Form und von solchen Beweismitteln umgeben vorzutragen, dass er damit Anhänger wirbt, die die praktische Erprobung mit Bedacht vornehmen, denn es ist richtig: Probiren folgt dem Studiren; das Eine ohne das Andere ist und bleibt unfruchtbare Arbeit. Nur in der thatsächlichen Ausführung liegt die Befriedigung.

Merkwürdig bleibt es immerhin, dass das Probiren auf so viele Hindernisse stösst. Es giebt keinen Sport, auf welchen nicht jährlich viele Millionen hinausgegeben werden, nur für die Luftschifffahrt fliessen die Mittel so spärlich. Selbst die Luftschifffahrts-Vereine haben da noch keinen Erfolg erzielt. Vielleicht nur deshalb nicht, weil sie die Richtung, in welcher Versuche zu machen sind, nicht leicht wählen können. Aber die Aufgabe dieser Vereine ist es, sich nicht auf eine Richtung zu beschränken, sondern sie sollen Alles versuchen, was die Wahrscheinlichkeit des Gelingens für sich hat. Auch aus misslungenen Versuchen lernt man. Es ist unglaublich, dass ein Appell an die Bevölkerung die Mittel für solche Versuche nicht schaffen würde. Aber weil dieser Aufruf an die Freunde des Wissens unterbleibt, glaubt auch das grosse Publikum nicht an die Zukunft der Aëronautik und es wird seine Taschen so lange verschlossen halten, bis nicht die Vereine in der Lage sind, korporativ bestimmte Urtheile über Einzelnheiten der Aëronautik abzugeben.

Giebt es wirklich auf aëronautischem Gebiete hoffnungsvolle Ideen, so vermögen dieselben nur auf diesem Wege realisirt zu werden.

Aber wird es möglich sein, in Vereinen solche Beschlüsse zu fassen? Wird es möglich sein, all' die divergirenden Meinungen zu vereinen?

Freilich, diese Schwierigkeit ist gross und doch muss sie gehoben werden, denn mit blossen Theorien fliegt man nicht.

Und so hoffen wir, dass die fortschreitende Fülle der Beobachtungen jene Veränderung in den Meinungen bald herbeiführen werde, welche zum einheitlichen Handeln nothwendig ist.

Ein Zurückgang der Wissenschaft ist nimmermehr zu befürchten; sie kann nur stille stehen oder vorwärts dringen.

Stillstand wird nur dann eintreten, wenn man die praktische Erprobung des theoretisch Gefundenen verzögert, die Grundlage des Wissens nicht vermehrt, der Theorie die Bestätigung verweigert.

Glänzende Fortschritte im Wissen sind in der Regel durch lange andauernde Ruhepausen unterbrochen, es ist das der natürliche Lauf jeder Entwickelung — das Ziel der Erkenntniss wird dadurch wohl hinausgeschoben, aber nicht verrückt. Mit Beschleunigung kann die Menschheit es nur erreichen, wenn sie schritt- und nicht sprungweise vorwärts schreitet — Ausdauer, Opfer und Geduld erheischt jedes Resultat.

Man blicke zurück auf die grossen Errungenschaften, welche dem Menschen zu erreichen gegönnt war; man verfolge den Weg, der zu denselben führte, und immer wird es sich bestätigen, dass zumeist jeder Fortsbhritt mühsam erzwungen wurde, nur selten vermochten schöpferische Genies den Gang wesentlich zu beschleunigen; meist nur kleine Ursachen waren es, die das Fortschreiten am Mächtigsten förderten und zu diesen zählt das Experiment, dessen Resultat man niemals ganz genau vorhersagen konnte; erst später vermochte man aus den Thatsachen jene Folgerungen zu ziehen, die die Lösung beschleunigten.

Auch die Furcht, um die Früchte einer Erfindung gebracht zu werden, trägt viel dazu bei, dass die gemeinsame Arbeit nicht angewendet wird — man vergisst, dass in der Frage der Flugtechnik eine wahre Erfindung nicht mehr zu machen ist — die Vögel sind längst die Erfinder!

Es merke Jeder, was Klopstock sagt:

„Wer unruhvollen, hellen Geist hat, scharfen Blick
Und auch viel Glück,
Entdeckt.
Doch wer, um Mitternacht vom Genius geweckt,
Urkraft, Verhalt und Schönheit ergründet:
Der nur erfindet!“

A. P.

Die Grösse der Flugflächen.

Auszug aus einer Abhandlung des Oberlehrers Herrn Dr. **Karl Müllenhoff.***)

(Schluss.)

Dem Fasanentypus gleich stehen in Bezug auf die Segelgrösse die Sperlinge und Staare, Drosseln und Erdtauben (Columba aegyptiaca), die Schnepfen und Brachvögel (Numenius) log. $\sigma = 0{,}6$. Auch sie, die Thiere vom Sperlingstypus, fliegen ebenso wie die vom Wachteltypus mit raschen Flügelschlägen, können aber, wenn sie sich von der Höhe herabsenken, die Flügel längere Zeit ruhig halten; sie können also, wenn auch nicht segeln, so doch gleiten. Diese Fähigkeit zu gleiten wächst mit zunehmender Segelgrösse mehr und mehr (bei den Fledermäusen und Regenpfeifern, den Lerchen, dem Ibis).

---

*) Die Abhandlung ist erschienen in E. Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, Band XXXV. Der Auszug ist daraus mit Bewilligung des Verfassers entnommen. Die Redaktion.

Den Vögeln vom Sperlingstypus schliessen sich durch gleiche Segelgrösse die Thiere vom Schwalbentypns an, eine kleine Anzahl äusserst langflügeliger Thiere (Cypselus, Hirundo, Caprimulgus), bei denen die Länge der Flügel ($l/P^{1/3}$) und die riesige Entwickelung der Brustmuskulatur (p/P) bewirkt, dass ein einziger Schlag ihrem Körper eine sehr bedeutende Bewegungsgrösse verleiht. Durch einen solchen rapiden und kraftvollen Flügelschlag, coup de fouet, wie ihn die Franzosen bezeichnend nennen, werden sie in den Stand gesetzt, weit grössere Strecken ohne Flügelschlag zu durchgleiten, als es bei ihrer Segelgrösse sonst möglich sein würde.

Wenn die relative Grösse des Segelareals den Werth 5 (log. $\sigma = 0{,}7$) erreicht, so beginnt der Flug einen wesentlich von dem der früheren verschiedenen Charakter anzunehmen. Die Dauer der passiven Flugtouren, die schon früher länger und länger wurde, steigert sich successive bei den grossen Krähen (Nebelkrähe und Rabe), dem Kiebitz und Zwergreiher, den Falken und Geiern, Eulen und Pelikanen, sowie den Störchen zum kreisenden Fluge. Bei allen diesen Thieren ist die Segelgrösse so bedeutend (5—6; log. $\sigma =$ 0,7—0,8), dass es nur einer geringen Windstärke bedarf, um die Thiere selbst ohne Flügelschlag in der Luft zu erhalten, und zwar ist die zum Kreisen erforderliche Windstärke um so kleiner, je grösser die Segelgrösse ist. Dieses folgt sowohl aus der theoretischen Ueberlegung wie aus der Beobachtung. So sieht man, dass die Krähen, der Sperber und Hühnerhabicht nur bei frischer Brise kreisen können, während die Bussarde und der Milan, die Störche und grossen Geier auch bei schwacher Luftbewegung diese bequemste von allen Bewegungsarten anwenden können. Am schönsten beobachtet man den kreisenden Flug bei den Geiern. Es lassen sich daher die Thiere, welchen diese Flugart eigen ist, passend als Geiertypus bezeichnen.

Die einzelnen Bewegungen beim Geierfluge sind folgende:

Der Vogel lässt, nachdem er sich durch Muskelthätigkeit in die Höhe gearbeitet hat, den Wind von hinten her auf sein Gefieder wirken, er lässt sich vom Winde treiben. Dabei erfährt er eine sehr bedeutende Vorwärtsbewegung und zugleich eine kleine Senkung. Das Thier fliegt indessen hierbei nicht gerade aus, sondern es dreht sich; denn während des Gleitens verschiebt der Vogel entweder seinen Schwerpunkt seitwärts durch Wenden des Kopfes oder er verschiebt den Druckmittelpunkt der ganzen dem Winde dargebotenen Fläche seitwärts, indem er den Flügel der einen Seite verkürzt. In beiden Fällen ist der Effekt derselbe: es wird ein Drehungsmoment geschaffen, das das Thier im Kreise herum zu bewegen strebt. — Wendet z. B. ein Storch, wenn er vor dem Winde abwärts gleitet, seinen Kopf links, oder verkürzt ein Adler oder Geier seinen rechten Flügel, so erfährt das Thier eine Rechtswendung, die es schliesslich gegen den Wind kehrt. Sowie nun der Luftstrom das Thier von vorne fasst, so ändert sich die Stellung der vorher, so lange der Wind von hinten kam, aufgeblähten Federn; das Gefieder legt sich dicht an den Körper an, und somit durchschneidet der

Vogel jetzt die Luft mit seinen Flügeln, er durchbohrt sie mit seinem spitz zulaufenden Kopfe in der Weise, dass er nur einen viel geringeren Widerstand erfährt als vorher. Durch geschickte Stellung der Flügel und, wo derselbe einigermaassen gross ist, auch des Schwanzes wird der zu überwindende Luftwiderstand zur Hebung benutzt. Dabei wird nun allerdings die von dem Vogel vorher erworbene lebendige Kraft schnell verbraucht. Aber das Thier erhält ja bei weiter fortgesetzter Drehung bald wieder einen neuen Impuls, in dem der Wind das Gefieder wieder von neuem von hinten fasst. Die Bahn, die ein solcher Vogel beim Kreisen beschreibt, ist demgemäss eine um einen geneigten Cylinder beschriebene Spirallinie. Ausnahmslos muss der Mittelpunkt der Kreise, die ein ohne Flügelschlag fliegender Vogel beschreibt, sich entweder horizontal (in der Richtung des Windes) oder vertikal (in der Richtung der Schwerkraft) verschieben. Ein wirkliches Stehenbleiben in der Luft, oder ein Kreisen um einen ruhenden Punkt ist nicht möglich ohne active Flugbewegungen.

Den Geiern gleichen in Bezug auf ihre Segelgrösse die Thiere vom Möwentypus, die Sturmvögel und Möwen.

In Grösse und Form der Flügel verhalten sie sich ähnlich zu den Geiern, wie die Schwalben zu den Sperlingen, d. h. ihre Flügel sind ebenso gross wie die Geierflügel, aber dabei bedeutend schmäler, und die Möwen bewegen sich daher in einer von der Art des Geierfluges recht abweichenden Weise.

Indessen sind die Differenzen, welche zwischen dem Möwenfluge und dem Geierfluge hervortreten, keineswegs, wie man wohl erwarten könnte, dieselben, welche, wie wir sahen, vorhanden sind zwischen dem Schwalbenfluge und dem Sperlingsfluge. Bei den schmalen Flügeln der Schwalbe bewirkt der Umstand, dass die Druckmittelpunkte der langen Flügel von den Drehungspunkten weit entfernt sind, dass der Vogel sich einen ungleich kräftigeren Luftstrom erzeugt, als es den kurzflügeligen Thieren bei gleichem Flügelareale möglich ist; die gerade bei den Schwalben ganz ausserordentlich kräftige Brustmuskulatur (p/P) setzt diese Thiere in den Stand, einen solchen Luftstrom anhaltend und besonders stark zu erzeugen. Auch bei den Möwen liegen die Druckmittelpunkte der Flügel weit von den Drehungspunkten entfernt, aber es fehlt ihnen die kräftige Brustmuskulatur der Schwalbe, ja, die Möwen haben sogar von allen fliegenden Thieren die schwächste Flugmuskulatur (p/P). Die Möwen können daher ihre Flügel nicht lange Zeit anhaltend und mit grosser Kraft bewegen; sie können sich nicht selbst den Luftstrom erzeugen, der sie tragen soll. Dagegen ist kein Thier so geschickt, vorhandene Luftbewegung, sie sei nun stark oder schwach, so gut auszunutzen, wie die Möwe. Die Verlängerung der Flügel, die weite Hinauslegung der Druckmittelpunkte der beiden Flügel vom Körper gewährt ihnen die Mittel zu dieser wirksamen Ausnutzung. Die Flügellänge ist es, die ihnen die grösste Migrationsfähigkeit verleiht, die von irgend einem Thiere erreicht

wird. Sie übertreffen ja selbst die Schwalben und die Falken in der Weite ihrer Wanderzüge.

Ebenso wie die Thiere vom Geiertypus benutzen auch die Möwen vorhandene Luftbewegung, aber sie sind nicht darauf beschränkt, den gerade von hinten kommenden Wind zu benutzen; die Möwen kreuzen vielmehr gegen den Wind; ihre langen und rasch und dabei in sehr mannigfaltiger Weise verstellbaren Unterarme wirken dabei wie riesige, leicht verstellbare Raaen. Je nach Bedürfniss wird die Segelfläche bald hier bald dort in Bezug auf ihre Grösse und die Richtung verändert. Es muss daher zweifellos, ebenso wie der Schwalbenflug als die vollendetste Form der Fortbewegung mit Propellern anzusehen ist, der Möwenflug als die vollendetste Form der Fortbewegung mit Segeln betrachtet werden. Gerade bei den Möwen beobachtet man daher auch am leichtesten die Regulirung der Grösse der relativen Segelfläche je nach der Stärke des Windes. Beobachtet man z. B. eine Schaar Möwen, die bei heftigem Winde am Strande der Nordsee über dem Deiche kreist: jedes Mal, wenn ein Thier über den Deich wegschiesst, wird es von dem heftigen, von der schrägen Böschung des Deiches abprallenden Luftstrom plötzlich von unten getroffen; jedes Mal bewirkt aber auch dieser das Thier so plötzlich treffende Luftstrom eine ebenso plötzliche Verkleinerung des Segelareales. In schwächerem Winde vergrössert die Möwe ihr Segelareal mehr und mehr. Beide Manöver, die Vergrösserung wie die Verkleinerung des Segelareals, geschehen dabei so schnell und dabei mit einer solchen Sicherheit in der Abmessung der für jede Windstärke erforderlichen Segelgrösse, dass man deutlich erkennt, dass die Regulirung eine durchaus automatische ist, d. h. durch den Wind selbst bewirkt wird.

Wie wichtig die Fähigkeit, die Segel nach Belieben zu verkleinern, für die Vögel ist, erkennt man recht deutlich, wenn man den Flug eines Falken, einer Möwe oder eines anderen guten Fliegers unter den Vögeln mit dem eines Insektes von gleicher Segelgrösse vergleicht.

Den Insekten fehlt bekanntlich die Fähigkeit, ihre Flügel zu verkürzen und die Segelfläche zu verkleinern, ganz und gar. Wir finden daher bei ihnen das Segelvermögen sehr wenig ausgebildet. Die Tagfalter, zumal der Segelfalter und Schwalbenschwanz, zeigen sehr deutlich, in welcher Weise selbst die besten Segler unter den Insekten hinter den Vögeln zurückstehen. Diese Tagfalter haben die gleiche Segelgrösse, wie die Bussarde und Milane (log. $\sigma = 0{,}8$), sie können in Folge davon auch bei ruhigem Wetter und mit dem Winde weite Strecken ruhig gleitend zurücklegen; sie können aber nie kreisen, und wenn der Wind nur einigermaassen stark ist, so verlieren sie vollkommen die Fähigkeit, gegen denselben anzufliegen; sie werden vielmehr willenlos fortgerissen.

Die Schwäche der Flugmuskulatur der Tagfalter und die Kürze der Flügel (p/P und $l/P^{1/3}$) bewirken, dass ihre Flügelschläge weniger kräftig sind.

Abgesehen von den Tagfaltern, die einen besonderen Flugtypus bilden,

gehören die Insekten durchweg zu einem oder dem andern der besprochenen Flugtypen.

Diese Flugtypen, wie sie soeben aufgezählt sind, entsprechen nun durchaus den von Mouillard aufgestellten. Die grosse Uebereinstimmung, die sich in den Resultaten zeigt, giebt uns zugleich ein Gefühl der Sicherheit in Bezug auf die erlangten Resultate. Mouillard vermuthete, dass zwischen F und P ein gesetzmässiges Zahlenverhältniss bestehen müsse; nur unter der Voraussetzung einer vorhandenen Abhängigkeit der beiden Zahlenreihen von einander haben seine Berechnungen einen Sinn; wir haben gesehen, wie eine unglücklich gewählte Form der Berechnung ihn das ihm vorschwebende Ziel verfehlen liess. Die von Mouillard in einem Flugtypus zusammengefassten Thiere zeigen, wenn man F und P nach dem Verhältniss $F^{1/2}/P^{1/3}$ berechnet, nahezu vollständige Uebereinstimmung. Es ist dieses auf der einen Seite ein Beleg für die Genauigkeit der Mouillard'schen Beobachtungen, die er zu seiner Klassifikation verwendete, andererseits ein Beweis für die Anwendbarkeit der Form $F^{1/2}/P^{1/3}$ zur Klassifikation der Flugthiere.

D. Die Schnelligkeit der Flügelbewegung.

Sowohl bei den Untersuchungen v. Lendenfeld's, wie bei denen von Legal und Reichel, war die Zeitdauer der einzelnen Flügelschläge ausser Acht gelassen worden. Es ist bereits angedeutet worden, dass die Nichtbeachtung dieses wichtigen Faktors mehrfach zu Irrthümern Veranlassung gegeben hat. Der Hauptgrund, weswegen die Zeitdauer der Flügelschläge der verschiedenen Thiere nicht die Beachtung fand, die ihr zukommt, war offenbar die Schwierigkeit, exakte Beobachtungen anzustellen über die Schnelligkeit, mit der die einzelnen Flügelschläge aufeinander folgen; wegen der enormen Rapidität der Bewegungen waren lange Zeit alle Angaben über die Zahl der Flügelschläge ausserordentlich wenig zuverlässig.

Erst dem genialen Scharfsinne und der unermüdlichen Ausdauer Marey's verdanken wir einerseits einige Methoden, die mit Sicherheit die Zeitdauer der Flügelschläge zu messen gestatten, andererseits eine Reihe von Beobachtungen über diesen wichtigen Faktor.

Es ist allerdings die Zahl der Beobachtungen noch keine sehr grosse; indessen genügt sie doch schon, um zu erkennen, dass eine Abhängigkeit besteht zwischen der Zahl der Flügelschläge und dem Körpergewichte.

Stellt man sich nun die zwischen P und n bestehenden Zahlenverhältnisse graphisch dar, indem man die Zahlenwerthe auf ein Koordinatensystem aufträgt, so sieht man, dass ebenso wie bei der graphischen Darstellung der Mouillard-schen Verhältnisszahlen die sämmtlichen Punkte innerhalb zweier einander sehr naher Kurven fallen, deren Gleichung die Formel darstellt: $n \,.\, P^{1/3} = \text{const.}$

Eine spätere Untersuchung wird zu zeigen haben, worin die kleinen Schwankungen zwischen den Werthen für $n \,.\, P^{1/3}$ ihren Grund haben; ob, wie es den Anschein hat, das Segelareal oder die Flügelgrösse bestimmend wirkt. Mit Ausnahme von Pieris ist die Zahl der Flügelschläge der Flug-

thiere sehr annähernd umgekehrt proportional der Kubikwurzel aus den Gewichten derselben.

Das im ersten Theile dieser Arbeit gezeigte Gesetz, dass Thiere von gleicher Flugmethode und verschiedenem Gewichte ähnlich sind und diese aus den Marey'schen Beobachtungen abgeleitete Beziehung zwischen Körpergewicht und Schnelligkeit der Flügelschläge lässt sich vielleicht zusammenfassen in dem Satze:

Die Enden (und ebenso die Druckmittelpunkte) grosser und kleiner Thiere bewegen sich mit annähernd gleicher Geschwindigkeit.

Die Geschwindigkeit der Endpunkte der Flügel beträgt, wenn man die Grösse des Schlagwinkels (nach den Momentphotographien) auf 150° veranschlagt, bei denjenigen Thieren, von denen Messungen vorliegen, durchschnittlich $\frac{2 \cdot n \cdot l \cdot \pi \cdot 150}{360}$ etwa 9,4 m pro Sekunde.

Ueber ein Theorem, geometrisch ähnliche Bewegungen flüssiger Körper betreffend, nebst Anwendung auf das Problem, Luftballons zu lenken.

Vom Geh. Regier.-Rath Prof. Dr. H. **von Helmholtz.***)

Die Bewegungsgesetze der tropfbaren und gasigen Flüssigkeiten sind hinreichend gut bekannt in Form von Differentialgleichungen, welche nicht blos den Einfluss aus der Ferne wirkender äusserer Kräfte, so wie den des Druckes der Flüssigkeit, sondern auch den Einfluss der Reibung berücksichtigen. Wenn man bei der Anwendung dieser Gleichungen beachtet, dass unter Umständen, — nämlich da, wo eine kontinuirliche Bewegung negativen Druck geben würde, — sich Trennungsflächen mit diskontinuirlicher Bewegung an beiden Seiten ausbilden müssen, wie ich dies in einer früheren Korrespondenz**) der Akademie zu erweisen gesucht habe: so fallen auch die Widersprüche fort, welche bei Nichtberücksichtigung dieses Umstandes zwischen vielen scheinbaren Folgerungen der hydrodynamischen Gleichungen einerseits und der Wirklichkeit andererseits bisher zu bestehen schienen. Es liegt in der That, so weit ich sehe, zur Zeit kein Grund vor, die hydrodynamischen Gleichungen nicht für den genauen Ausdruck der wirklich die Bewegungen der Flüssigkeiten regierenden Gesetze zu halten.

Leider sind wir nur für verhältnissmässig wenige und besonders einfache Fälle des Experiments im Stande, aus diesen Differentialgleichungen die entsprechenden, den Bedingungen des gegebenen besonderen Falles angepassten Integrale herzuleiten, namentlich wenn der Natur des Problems

---

*) Mit besonderer Genehmigung des Herrn Verfassers aus der „Monatsschrift der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin", Juniheft 1873, entnommen.

**) Monatsbericht der Akademie, 23. April 1868 (vorausgehender Aufsatz). — S. auch Kirchhoff in Borchardt's Journal für Mathematik, Bd. 70. — Vergl. Heft III, Seite 65, dieses Jahrgangs d. Zeitschr. d. D. V. z. Förd. d. Luftschifffahrt.)

nach die innere Reibung der Flüssigkeit und die Bildung von Trennungsflächen nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Die Trennungsflächen sind äusserst veränderlich, da sie eine Art labilen Gleichgewichtes besitzen und sich bei jeder Störung in Wirbel aufzurollen streben; dieser Umstand macht die theoretische Behandlung derselben sehr schwierig. So sind wir, wo wir es praktisch mit Flüssigkeitsbewegungen zu thun haben, fast ganz auf herumtastende Versuche angewiesen, und können oft nur Weniges und dies nur in unsicherer Weise über den Erfolg neuer Modifikationen unserer hydraulischen Maschinen, Leitungen oder Fortbewegungs-Apparate aus der Theorie voraussagen.

Bei dieser Lage der Sache wollte ich auf eine Verwendung der hydrodynamischen Gleichungen aufmerksam machen, welche erlaubt, Beobachtungsresultate, die an einer Flüssigkeit und an Apparaten von gewisser Grösse und Geschwindigkeit gewonnen worden sind, zu übertragen auf eine geometrisch ähnliche Masse einer anderen Flüssigkeit und Apparate von anderer Grösse und anderer Bewegungsgeschwindigkeit.

Ich bezeichne zu dem Ende mit u, v, w die Komponenten der Geschwindigkeit der ersten Flüssigkeit, genommen nach den Richtungen der rechtwinkeligen Koordinataxen x, y, z, mit t die Zeit, mit p den Druck, mit ε die Dichtigkeit, mit k deren Reibungskonstante. Dann sind die Bewegungsgleichungen in Euler'scher Form, mit Einführung der Reibungskräfte nach Stokes, falls keine äusseren Kräfte auf die Flüssigkeit wirken, von folgender Form:

$$-\frac{d\varepsilon}{dt}=\frac{d(u\,.\,\varepsilon)}{dx}+\frac{d(v\,.\,\varepsilon)}{dy}+\frac{d(w\,.\,\varepsilon)}{dz}\;\ldots\ldots \tag{1}$$

$$-\frac{1}{\varepsilon}\cdot\frac{dp}{dx}=\frac{du}{dt}+u\frac{du}{dx}+v\frac{du}{dy}+w\frac{du}{dz}-k\left\{\frac{d^2u}{dx^2}+\frac{d^2u}{dy^2}+\frac{d^2u}{dz^2}\right\}$$
$$-\frac{k}{3}\frac{d}{dx}\left\{\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}\right\}\;\ldots\ldots \tag{1a}$$

Dazu kommen noch die zwei Gleichungen, welche aus der letzteren durch Vertauschung der x und u, beziehlich mit y und v oder mit z und w entstehen.

Wenn nun für eine andere Flüssigkeit die Geschwindigkeiten mit U, V, W, der Druck mit P, die Koordinaten mit X, X, Z, die Zeit mit T, die Dichtigkeit mit E, die Reibungskonstante mit K bezeichnet wird, mit q, r, n dagegen drei Konstanten und wir setzen:

$$K=qk\;\ldots\ldots\ldots \tag{2}$$

$$E=r\varepsilon\;\ldots\ldots\ldots \tag{2a}$$

$$U=nu \qquad X=\frac{q}{n}x,$$

$$V=nv \qquad Y=\frac{q}{n}y,$$

$$W=nw \qquad Z=\frac{q}{n}z,$$

$$P=n^2rp+\text{Konst.} \qquad T=\frac{q}{n^2}t,$$

so erfüllen auch diese mit grossen Buchstaben bezeichneten Grössen die obigen Differentialgleichungen. Setzt man sie nämlich in jene Gleichungen ein, so erscheinen sämmtliche Glieder von 1 mit dem Faktor rn^2/q und sämmtliche Glieder von 2 mit dem Faktor n^3/q multiplicirt. Von den Konstanten q, r, n sind zwei durch die Gleichungen 2 und 2a aus der Natur der Flüssigkeit bestimmt, die dritte n aber ist willkürlich, soweit die bis hierher berücksichtigten Bedingungen in Betracht kommen.

Ist die Flüssigkeit inkompressibel, so ist ϵ als Konstante zu behandeln, $d\epsilon/dt = 0$ zu setzen, und die obigen Gleichungen genügen dann, die Bewegungen im Innern zu bestimmen. Ist die Flüssigkeit kompressibel, so können wir setzen:

$$p = a^2\epsilon - c \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

$$P = A^2 E - C \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3a)$$

worin c und C dem Drucke hinzuzufügende Konstanten bedeuten, welche auf die Gleichungen 1a keinen Einfluss haben. Für Gase sind c und C gleich Null zu setzen, wenn die Bewegung unter solchen Umständen geschieht, dass die Temperatur konstant bleibt. Für schnelle Dichtigkeitsveränderungen von Gasen ohne Ausgleichung der Temperatur würden allerdings die Gleichungen (3) und (3a) nur für die Fälle geringer Dichtigkeitsschwankungen anwendbar sein.

Durch die oben angegebenen Werthe für P und E ist die Gleichung (3a) nur erfüllbar, wenn:

$$A^2 = a^2 n^2.$$

Dadurch wäre also auch die dritte Konstante n fest bestimmt. Die Grössen a und A sind hier die Schallgeschwindigkeiten in den betreffenden Flüssigkeiten. Diese müssen sich in demselben Verhältniss ändern wie die anderen Geschwindigkeiten.

Wenn die Grenzen der Flüssigkeit zum Theil unendlich entfernt, zum Theil durch bewegte oder ruhende, vollkommen benetzte feste Körper gegeben sind, und die Koordinaten und Geschwindigkeits-Komponenten dieser begrenzenden festen Körper von dem einen auf den anderen Fall in derselben Weise übertragen werden, wie es eben für die Flüssigkeitstheilchen geschehen ist, so sind die Grenzbedingungen für die U, V, W erfüllt, wenn sie für die u, v, w erfüllt sind. Ich setze dabei voraus, dass an vollständig benetzten Körpern die oberflächlichen Schichten der Flüssigkeit vollkommen festhaften, also die Geschwindigkeits-Komponenten der Oberfläche des festen Körpers und der anhaftenden Flüssigkeit die gleichen seien.

Für unvollkommen benetzte Körper wird der Regel nach angenommen, dass eine relative Bewegung der oberflächlichen Flüssigkeitsschichten gegen die Oberfläche des festen Körpers stattfinde. In diesem Falle würde zur Anwendung unserer Sätze ein gewisses Verhältniss zwischen dem Coëfficienten der gleitenden oberflächlichen Reibung der Flüssigkeit an den betreffenden

festen Körpern und der inneren Reibung der ersteren angenommen werden müssen.

Die Grenzbedingungen an der freien Oberfläche einer tropfbaren Flüssigkeit, über der der Druck konstant ist, würden ebenfalls erfüllt sein, falls keine aus der Ferne wirkenden Kräfte, wie die Schwere, dabei Einfluss gewinnen. Da dieser Fall aber nur bei tropfbaren Flüssigkeiten vorkommt, welche als inkompressibel betrachtet werden können, so braucht man die Gleichungen (3) und (3a) nicht zu erfüllen. Dann bleibt die Konstante n frei, und wenn man für diesen Fall die letztere so bestimmt, dass $n^3/q = 1$ wird, so kann in der Gleichung (1a) auch noch die Intensität der Schwere $-g$ auf der linken Seite als Summand hinzugesetzt werden.

An Trennungsflächen ist die Grenzbedingung, dass der Druck an beiden Seiten einer solchen Fläche gleich sei, was für P ebenfalls erfüllt ist, wenn es für p gilt.

Was die Reaktion der Flüssigkeit gegen einen in ihr bewegten festen Körper betrifft, so wächst der Druck gegen die Flächeneinheit der Oberfläche wie $n^2 r$. In demselben Verhältniss wachsen die Reibungskräfte, welche proportional sind dem Produkt aus k_ε mit Differentialquotienten, wie du/dx, und ähnlichen. Für entsprechende ähnliche Flächenstücke der begrenzenden Körper aber wachsen Druck und Reibungskräfte wie:

$$\frac{q^2}{n^2} \cdot n^2 \cdot r = q^2 r.$$

Die Arbeit, die zur Ueberwindung dieser Widerstände gebraucht wird von Seiten des eingetauchten Körpers, für gleiche Zeiträume genommen, wächst demnach wie $n q^2 r$.

Im Allgemeinen sind also die drei Konstanten n, q, r für kompressible Flüssigkeiten und für schwere tropfbare Flüssigkeiten mit freier Oberfläche bei vollständig genauer Uebertragung der Bewegung durch die Natur der beiden Flüssigkeiten bestimmt. Nur für inkompressible Flüssigkeiten ohne freie Oberfläche bleibt eine Konstante willkürlich.

Nun giebt es aber eine grosse Reihe von Fällen, wo die Zusammendrückbarkeit nicht blos bei tropfbaren, sondern auch bei gasigen Flüssigkeiten nur einen verschwindend kleinen Einfluss hat. Es lassen sich darüber folgende Betrachtungen anstellen. Lässt man die Konstante n kleiner werden, während r und q unverändert bleiben, so heisst dies, dass in der zweiten Flüssigkeit die Schallgeschwindigkeit proportional mit n abnimmt, ebenso die Geschwindigkeiten der materiellen bewegten Theile, während die Lineardimensionen dem n umgekehrt proportional zunehmen. Abnahme der Schallgeschwindigkeit entspricht bei gleichbleibendem r, das heisst bei gleichbleibender Dichtigkeit der zweiten Flüssigkeit, einer vermehrten Kompressibilität derselben. Bei vermehrter Kompressibilität also bleiben sich die Bewegungen ähnlich. Daraus folgt, dass wenn wir das n verkleinern während wir die Kompressibilität der Flüssigkeit unverändert lassen, die

Bewegungen derselben sich ändern und denen ähnlicher werden, welche im engeren Raume eine inkompressiblere Flüssigkeit ausführen würde. Bei geringen Geschwindigkeiten also wird auch in weiten Räumen die Kompressibilität ihren Einfluss verlieren; unter solchen Bedingungen werden sich auch Gase wie tropfbare inkompressible Flüssigkeiten bewegen, wie das praktisch aus vielen Beispielen bekannt ist.

Sind die Geschwindigkeiten der materiellen Theile hierbei überhaupt sehr klein, wie bei den verschwindend kleinen Oscillationen, so dass der Ablauf der Bewegung bei gleichmässiger Steigerung derselben merklich unverändert bleibt, so ist es nur die Schallgeschwindigkeit, die sich hierbei ändert, und unser Satz würde dann die Form bekommen: Schallschwingungen einer kompressiblen Flüssigkeit werden in weiteren Räumen mechanisch ähnlich verlaufen können, wie schnellere Oscillationen einer weniger kompressiblen Flüssigkeit in engeren Räumen. Ein Beispiel für die Benutzung der besprochenen Aehnlichkeit findet sich in meinen Untersuchungen über die Schallbewegung an den Enden offener Orgelpfeifen*). Bei dieser Aufgabe hing die Möglichkeit, die analytischen Bedingungen der Luftbewegung durch die einfacheren der Wasserbewegung zu ersetzen, davon ab, dass die Dimensionen des betreffenden Raumes sehr klein sein mussten im Vergleich zu den Wellenlängen der vorkommenden Schallschwingungen.

Andererseits zeigt sich auch die Reibung weniger einflussreich bei Bewegungen von Flüssigkeiten in weiten Räumen. Man behält dasselbe Verhältniss zwischen den Reibungskräften und den Druckkräften, wenn man n unverändert lässt, während q wächst. Das heisst, wenn man die Dimensionen vergrössert und die Reibungskonstante in demselben Verhältnisse, so kann die Bewegung in dem vergrösserten Systeme ähnlich bleiben, während sich die Geschwindigkeiten nicht ändern. Daraus folgt, dass in einem so vergrösserten Modell, wenn man die Reibungskonstante nicht in demselben Verhältniss vergrössert, sondern unverändert lässt, die Reibung bei gleichbleibender Geschwindigkeit an Einfluss verliert. Was bei unveränderten Geschwindigkeiten für grössere Dimensionen gilt, gilt auch für vermehrte Geschwindigkeiten bei unveränderten Dimensionen. Denn man kann auch gleichzeitig n proportional q wachsen lassen.

In der That macht sich auch bei den meisten praktischen Versuchen in ausgedehnten flüssigen Massen derjenige Widerstand überwiegend geltend, welcher von den Beschleunigungen der Flüssigkeit herrührt und namentlich in Folge der Bildung von Trennungsflächen entsteht. Dessen Grösse wächst dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional, während der von der eigentlichen Reibung herrührende Widerstand, der der Geschwindigkeit einfach proportional wachsen sollte, nur bei Versuchen in ganz engen Röhren und Gefässen rein heraustritt.

---

*) Borchardt's Journal für Mathematik, Bd. 57.

Sieht man von der Reibung ab, das heisst, setzt man in den obigen Gleichungen die Konstanten:

$$k = K = 0,$$

so wird auch die Konstante q frei verfügbar, und man kann Dimensionen und Geschwindigkeiten in beliebigem Verhältnisse ändern.

Kommt aber die Schwere mit in Betracht, wie bei den Wellen an der freien Wasseroberfläche, so muss nach der früher gemachten Bemerkung n^3/q unverändert bleiben, also $q = n^3$ gesetzt werden. Dann wird:

$$X = n^2 x$$
$$Y = n^2 y \qquad\qquad T = nt.$$
$$Z = n^2 z$$

Also wenn die Wellenlänge im Verhältnisse von n^2 wächst, so wächst die Oscillationsdauer nur im Verhältniss von n, was dem bekannten Gesetze der Fortspflanzungs-Geschwindigkeit für die Oberflächenwellen des Wassers entspricht, die wie die Wurzel der Wellenlänge wächst. So ergiebt sich dieses Resultat sehr einfach und für alle Wellenformen, ohne dass man ein Integral der Wellenbewegung zu kennen braucht.

Dasselbe ist anwendbar auf die Widerstände, welche Schiffe von n^2fachen Dimensionen und $n$facher Geschwindigkeit mit Berücksichtigung der Wellen, die sie an der Oberfläche des Wassers erregen, erleiden. Der gesammte Widerstand wächst in diesem Falle wie $q^2 r$, und da bei gleichbleibender Flüssigkeit $r = 1$, so wächst der Widerstand, wie n^6, und die Arbeit, die zu dessen Ueberwindung gebraucht wird, wie n^7, also in etwas stärkerem Verhältnisse als das Volumen des Schiffes, während der Vorrath an Brennmaterial und der Dampfkessel, welche die Arbeit liefern müssen, nur in demselben Verhältniss wie das Volumen des Schiffes, nämlich wie n^6, wachsen können. So lange also nicht leichtere Maschinen angewendet werden können (die Kohlenvorräthe eingerechnet), wird die Geschwindigkeit eines so vergrösserten Schiffes über eine gewisse Grenze hinaus auch nur in einèm geringeren Verhältniss wachsen können, als das der Quadratwurzel aus der Vergrösserung der Lineardimensionen ist.

Aehnlich stellt sich die Rechnung für das Modell des Vogels in der Luft. Wenn wir einen Vogel linear vergrössern und die Reibung berücksichtigen wollen, so müssen wir q und r gleich Eins setzen, weil das Medium, die Luft, ungeändert bleibt. Setzen wir n gleich einem echten Bruch, so werden die Geschwindigkeiten in gleichem Maasse reducirt, wie die Lineardimensionen wachsen, und der Druck gegen die gesammte Fläche des Vogels würde nur den gleichen Werth erreichen, wie bei dem kleineren Vogel, also das Gewicht des grösseren nicht zu tragen vermögen.

Erlauben wir uns die Reibung zu vernachlässigen, was wir nach den obigen Bemerkungen um so mehr thun können, je mehr wir die Dimensionen wachsen lassen, oder bei ungeänderten Dimensionen die Geschwindigkeiten vergrössern, so ist q verfügbar und es muss dann die Veränderung der

Dimensionen und Geschwindigkeiten so geschehen, dass der gesammte Flächendruck wie das Gewicht des Körpers steigt, oder es muss sein $q^2 = q^3/n^3$ oder $q = n^3$. Um die entsprechenden Bewegungen auszuführen, wäre nöthig die Arbeit:

$$q^2 n = n^7 = \left(\frac{q}{n}\right)^{\frac{7}{2}}$$

Das Volumen des Körpers und der arbeitenden Muskeln steigt aber nur im Verhältniss von $(q/n)^3$.

Daraus geht hervor, dass die Grösse der Vögel eine Grenze hat, wenn nicht die Muskeln in der Richtung weiter ausgebildet werden können, dass sie bei derselben Masse noch mehr Arbeit leisten können als jetzt. Gerade unter den grossen Vögeln, welche grosser Leistungen im Fliegen fähig sind, finden wir nur Fleisch- und Fischfresser, also Thiere, welche konzentrirte Nahrung zu sich nehmen und keiner ausgedehnten Verdauungsorgane bedürfen. Unter den kleineren sind auch viele Körnerfresser, wie Tauben und die kleinen Singvögel, gute Flieger. Es erscheint deshalb wahrscheinlich, dass im Modell der grossen Geier die Natur schon die Grenze erreicht hat, welche mit Muskeln, als arbeitsleistenden Organen und bei möglichst günstigen Bedingungen der Ernährung für die Grösse eines Geschöpfes erreicht werden kann, welches sich durch Flügel selbst heben und längere Zeit in der Höhe erhalten soll.

Unter diesen Umständen ist es kaum als wahrscheinlich zu betrachten, dass der Mensch auch durch den allergeschicktesten flügelähnlichen Mechanismus, den er durch seine eigene Muskelkraft zu bewegen hätte, in den Stand gesetzt werden würde, sein eigenes Gewicht in die Höhe zu heben und dort zu erhalten.

Was die Frage über die Möglichkeit, Luftballons relativ zu der sie umgebenden Luft vorwärts zu treiben, betrifft, so erlauben uns unsere Sätze, diese Aufgabe zu vergleichen mit der praktisch in vielfachen Formen durchgeführten anderen Aufgabe, ein Schiff mittelst ruderähnlicher oder schraubenförmiger Bewegungsorgane im Wasser vorwärts zu treiben. Wir müssen dabei freilich von der Bewegung an der Oberfläche absehen, vielmehr uns ein unter der Oberfläche fortgetriebenes Schiff vorstellen. Doch wird ein solches, welches etwa nach oben und unten eine Fläche kehrte, die der eingetauchten Fläche eines gewöhnlichen Schiffes kongruent ist, sich in seiner Bewegungsfähigkeit kaum wesentlich von einem gewöhnlichen Schiffe unterscheiden.

Beziehen wir nun die kleinen Buchstaben der beiden obigen Systeme hydrodynamischer Gleichungen auf Wasser, die grossen auf Luft, so ist für 0^0 und 760 Millimeter Barometerstand:

$$\frac{1}{r} = 773.$$

Nach den Bestimmungen von O. E. Meyer und Cl. Maxwell ist:

$$q = 0{,}8082.$$

Die Schallgeschwindigkeit ergiebt für n den Werth:

$$n = 0{,}2314.$$

Daraus ergiebt sich die Vergrösserung der Lineardimensionen:

$$\frac{q}{n} = 3{,}4928,$$

die des Volumens:

$$\left(\frac{q}{n}\right)^3 = 42{,}61.$$

Die Arbeit wird hierbei sehr gering, nämlich:

$$q^2nr = \frac{1}{5114{,}3}.$$

Das Schiff inkl. Besatzung und Belastung muss so viel Gewicht haben, als das von ihm verdrängte Wasservolumen. Der Ballon, mit Wasserstoff gefüllt, müsste, um ein gleiches Gewicht zu tragen, 837 mal grösseres Volumen haben als das Schiff. Wird er mit Leuchtgas vom spezifischem Gewichte 0,65 (bezogen auf Luft) gefüllt, so muss er 2208,5 mal grösseres Volumen haben als das Schiff. Dadurch bestimmt sich nun auch das Gewicht, welches der Ballon bei den angegebenen Dimensionen haben müsste. Das des Wassersoffballons würde sein $42{,}6/837 = 1/19{,}6$, das des Leuchtgasballons $42{,}6/2208{,}5 = {}^1/_{52}$ von dem des Schiffs.

Die Arbeit, welche zur Fortbewegung des Ballons unter solchen Umständen nöthig wäre, würde indessen, wie die obige Angabe über den Werth von q^2nr zeigt, für die angenommene geringe Geschwindigkeit in viel höherem Maasse reduzirt sein, als das Gewicht des Ballons gegen das des Schiffes, so dass die hier verlangte Arbeit, bei den gegebenen Gewichtsverhältnissen, in dem Ballon leicht zu leisten wäre. Denn selbst, wenn wir das Schiff so wählten, dass seine übrige Belastung gegen die der Kraftmaschine (beziehlich die als solche fungirenden Menschen) ganz verschwände, würde das Gewicht des Leuchtgasballons nur ${}^1/_{52}$ desjenigen von dieser Kraftmaschine sein dürfen, aber die von ihm getragene Kraftmaschine würde auch nur ${}^1/_{5114}$ von der Arbeit der Schiffsmaschine zu leisten haben, würde also auch ungefähr in diesem letzteren Verhältnisse geringeres Gewicht haben dürfen. Namentlich würde dies letztere der Fall sein, wenn wir Menschen als Kraftmaschinen anwenden, deren Arbeit und Gewicht beide ihrer Anzahl proportional wachsen.

Soweit können wir also die Uebertragung vom Schiff auf den Ballon mit voller Berücksichtigung der in Betracht kommenden abweichenden Eigenschaften von Luft und Wasser anstellen. Als Maxima der Geschwindigkeit für schnelle Schiffe (grössere Kriegsdampfer) werden in dem Ingenieurtaschenbuche des Vereins „Die Hütte“ angegeben 18 Fuss in der Sekunde (2,7 deutsche Meilen oder 21 Kilometer in der Stunde). Etwa ein Viertel

dieser Geschwindigkeit würden analog gebaute Ballons mit relativ sehr schwach wirksamen oder kleinen Kraftmaschinen erreichen können.

Schiffe von vorgeschriebener Grösse finden die Grenze ihrer Leistungsfahigkeit gezogen durch die Grenzen der Kraft der Maschine (einschliesslich Brennmaterial), welche sie tragen können. Indessen erlauben uns die bisher gemachten praktischen Erfahrungen für grosse schnelle Schiffe den Einfluss der Reibung zu vernachlässigen, und somit über die Konstante q willkürlich zu verfügen, ebenso auch über n, wenn wir die Bewegungen an der Oberfläche vernachlässigen dürfen. Lassen wie q proportional n wachsen, so bleiben die Dimensionen ungeändert, die Geschwindigkeiten wachsen wie n, der Widerstand wie n^2, die Arbeit wie n^3. Wären wir also im Stande, eine Schiffsmaschine von demselben Gewichte, aber grösserer Arbeitsleistung zu bauen als die bisherigen, so würden wir auch grössere Geschwindigkeiten erreichen können.

Mit einem solchen, bisher freilich noch nicht konstruirten Schiffe müssten wir den Ballon vergleichen, um eine hinreichende Ausnutzung der ihm mitgegebenen Kraftmaschine zu erreichen. Auch bei ihm würde bei unveränderter Grösse, wenn die Geschwindigkeit wie n wächst, die Arbeit wie n^3 wachsen müssen.

Nun wird das Verhältniss zwischen Gewicht und Arbeitsgrösse für Menschen, die von einem Ballon fortgetragen werden, nur bei sehr riesigen Dimensionen des Ballons sich vielleicht günstiger stellen können, als für einen Kriegsdampfer und seine Maschine. Für den letzteren berechne ich aus den technischen Angaben, dass er für die Geschwindigkeit von 18 Fuss eine Pferdekraft braucht auf 4636,1 Kilogramm Gewicht.*) Dagegen ein Mensch, der unter günstigen Umständen bei 200 Pfund Gewicht 8 Stunden täglich 75 Fusspfund Arbeit per Sekunde leisten kann, giebt im Durchschnitt des Tages auf 1920 Kilogramm eine Pferdekraft. Wenn also der Ballon etwa anderthalbmal so viel wiegt, als die arbeitenden Menschen, die er trägt, so ist das Verhältniss dasselbe, wie bei dem Schiffe. Herr Dupuy de Lôme hat unter einem weniger günstigen Verhältnisse seine Versuche ausgeführt; im Ballon waren 14 Mann Besatzung, deren Gewicht ein Viertel des Ganzen betrug, von denen aber nur acht arbeiteten. Danach wird es schon eine verhältnissmässig günstige Annahme sein, wenn wir beim Ballon das Verhältniss zwischen Gewicht und Arbeit dem der Kriegsdampfer gleich setzen. Wir

*) Die speziellen Angaben, auf denen die Rechnung beruht, sind folgende:

L Länge des Linienschiffes 230 Fuss preussisch.
B Breite „ „ 54 „ „
H Ganze Höhe des „ 24 „ „
T Tiefe unter Wasser $= H - \frac{1}{8} B$.
V Verdrängtes Wasservolumen $= 0{,}46\ L.\ B.\ T.$
1 Kubikfuss Seewasser wiegt: 63,343 Pfund.
A Fläche des eingetauchten Hauptspants, 1000 Quadratfuss.
Arbeit $= \zeta A v^3$, worin $\zeta = 0{,}46$.

können demnach für den Leuchtgasballon das Verhältniss zwischen Arbeit und Gewicht $51,831/5114n^3$ so steigern durch Vergrösserung von n, dass es gleich 1 wird, dass heisst, gleich dem des Schiffes. Dann muss werden:

$$n = 4,6208.$$

Da nun die Geschwindigkeit U des Ballons, die wir oben unter Voraussetzung voller geometrischer Aehnlichkeit der Bewegungen berechnet haben, nur 0,2314 von der Geschwindigkeit u des Schiffes war, so ergiebt sich nun:

$$U = 0,2314 \,.\, nu = 1,06925u.$$

Für den Wasserstoffballon könnte die Geschwindigkeit unter denselben Voraussetzungen etwas grösser werden, da hier:

$$\frac{19,6}{5114} n^3 = 1$$

zu setzen wäre. Also:

$$n = 6,390$$

$$U = 0,2314 \,.\, nu = 1,4786u,$$

was beinahe das anderthalbfache von der bisher erreichten Geschwindigkeit des Kriegsdampfers wäre. Die letzte Geschwindigkeit eines Wasserstoffballons würde schon ausreichen, um langsam gegen eine „frische Briese“ vorwärts zu gehen.

Aber es ist wohl zu bemerken, dass diese Rechnungen sich auf kolossale Ballons beziehen, deren lineare Dimensionen etwa $3^1/_2$ mal grösser sind, als die des untergetauchten Theils eines grossen Linienschiffes, und dass der Leuchtgasballon 60,220 Kilogramm wiegen würde, während der von Herrn Dupuy de Lôme nur 3799 Kilogramm wog. Um zu Dimensionen zurückzukehren, die sich eher in der Ausführung erreichen lassen, muss man q und n so verkleinern, dass das Verhältniss der Arbeit zum Gewichte unverändert bleibt, also:

$$q^2 n : \left(\frac{q}{n}\right)^3 = 1,$$

das heisst:

$$q = n^4.$$

Dabei würde sich die Geschwindigkeit n wie die dritte Wurzel aus den Lineardimensionen, oder wie die neunte Wurzel aus dem Volumen oder dem Gewicht vermindern. Diese Reduktion ist verhältnissmässig unbedeutend. Gehen wir zum Beispiel von unserem idealen Ballon auf einen von dem Gewichte des Herrn Dupuy zurück, so ergiebt sich eine Reduktion der Geschwindigkeit im Verhältniss von 1,36 : 1; dies gäbe eine Geschwindigkeit von 14,15 Fuss für die Sekunde, oder 16,5 Kilometer für die Stunde. Die Lineardimensionen des Ballons würden dabei im Verhältniss 1,4 : 1 die des mit ihm verglichenen Schiffes übertreffen.

Die Verhältnisse zwischen Arbeit und Belastung haben in Herrn Dupuy's Versuch den oben vorausgesetzten nahehin entsprochen. Die acht Männer, welche bei ihm arbeiteten, sind allerdings nach unserem obigen

Anschlage mit 800 Kilogramm anzusetzen, was etwas mehr als ein Fünftel des Gesammtgewichts ist. Da aber der Versuch nur kurze Zeit dauerte, konnten diese die ganze Zeit hindurch mit ganzer Energie arbeiten, während oben nur der Durchschnittswerth achtstündiger Arbeit für den ganzen Tag berechnet ist. Also sind diese acht Männer gleich 24 dauernd arbeitenden zu setzen, wodurch die Differenz mehr als ausgeglichen wird. Herr Dupuy giebt an, für die Dauer 8 Kilometer in der Stunde und bei angestrengterer Arbeit $10^1/_4$ Kilometer unabhängig vom Winde erreicht zu haben. Er ist also nicht allzuweit hinter der Grenze zurückgeblieben, welche meine Berechnungen, als die mit einem Ballon solcher Grösse erreichbaren, anzeigen.

In der vorstehenden Berechnung haben wir aber allein Rücksicht genommen auf das Verhältniss zwischen Arbeitskraft und Gewicht, und vorausgesetzt, die Form eines solchen Ballons und seines Motors lasse sich mit den uns gegebenen Materialien herstellen. Hier scheint mir aber eine Hauptschwierigkeit der praktischen Ausführung zu liegen. Denn die aus festen Körpern bestehenden Maschinentheile behalten bei geometrisch ähnlicher Vergrösserung ihrer Lineardimensionen nicht die nöthige Festigkeit; sie müssen dicker und deshalb schwerer gemacht werden. Will man aber dieselbe Wirkung mit kleineren Motoren von grösserer Geschwindigkeit erreichen, so verschwendet man Arbeit. Der Druck gegen die ganze Fläche eines Motors (Schiffsschraube, Ruder) wächst wie $q^2 r$. Soll dieser Druck, welcher die forttreibende Kraft giebt, unverändert bleiben, so kann man die Dimensionen nur verkleinern, indem man n, also auch die Geschwindigkeiten, wachsen lässt; dann wächst aber auch die Arbeit, wie $q^2 n r$, also proportional n. Man kann also sparsam nur arbeiten mit verhältnissmässig langsam bewegten grossflächigen Motoren. Und diese in den nöthigen Dimensionen ohne zu grosse Belastung des Ballons herzustellen, wird eine der grössten praktischen Schwierigkeiten sein.

Die Grösse der Flugarbeit.

Von **Dr. Karl Müllenhoff.**

Von den äusserst zahlreichen Forschern, die Untersuchungen über den Flug der Vögel angestellt haben, wird immer wieder von neuem die Frage nach der Grösse der Flugarbeit aufgeworfen. Es handelt sich zunächst darum, festzustellen, wie gross für ein einzelnes Thier die Grösse der zum Fluge erforderlichen Kraftanstrengung ist; sodann aber ist zu entscheiden, ob ein grosses Thier, verglichen mit einem kleinen, eine relativ grössere Flugarbeit zu verrichten hat. Je gründlicher das Problem des Fluges studirt ist, desto mehr ist gerade diese Frage in den Vordergrund getreten. Indessen ist es noch nicht gelungen, dieselbe in allseitig befriedigender Weise zu lösen.

Prechtl formulirt in seinen „Untersuchungen über den Flug der Vögel" (Wien 1846) das Gesammtergebniss seiner Arbeit in dem Satze, dass die für den Zweck der Ortsbewegung aufgewendete Muskelkraft bei Vögeln nicht grösser sei, als bei den übrigen Thieren, und dass die für den Flug erforderliche Kraft bei grossen und bei kleinen Flugthieren die gleiche relative Grösse habe. Die Grösse der Flugthiere werde nur beschränkt durch die mit wachsender Grösse zunehmende Schwierigkeit des Nahrungserwerbes; die anatomischen und mechanischen Verhältnisse stellten einer Vergrösserung der Flugorganismen keine Schwierigkeit entgegen.

Zu genau dem entgegengesetzten Resultate gelangt von Helmholtz (Berliner Akademie, Monatsberichte 1873; gesammelte wissenschaftliche Abhandlungen, Leipzig 1881; vergl. die in diesem Hefte Seite 233 u. folgende abgedruckte Abhandlung.). Nach ihm scheint für den Flug bei grösseren Thieren ein relativ grösserer Kraftaufwand nöthig zu sein, als bei kleinen. Zu diesem Resultate wurde von Helmholtz durch eine mathematische Betrachtung geführt, welche er anstellte, um das Problem des Fluges einer rechnungsmässigen Betrachtung unterwerfen zu können. Die vereinfachenden Voraussetzungen, welche der ganzen Berechnung zu Grunde liegen, sind rein theoretischer Natur; sie wurden auf ihre etwaige Uebereinstimmung mit dem, was die Natur thatsächlich zeigt, nicht geprüft. Zu der Zeit, wo die Helmholtz'sche Abhandlung erschien, hatte man durch Beobachtungen über den Flug noch sehr wenig sichere Vorstellungen gewonnen; es war daher eine andere, als eine rein theoretische Behandlung, kaum möglich. In den zwölf Jahren, die seitdem verflossen sind, ist unser Wissen über die Vorgänge der Flugbewegung wesentlich vermehrt und es erscheint daher nicht überflüssig, sowohl die Voraussetzungen der Helmholtz'schen Entwickelungen, wie die daraus abgeleiteten Folgerungen einer Prüfung zu unterziehen.

A. Untersuchung über die Grösse der Flugarbeit unter der Voraussetzung geometrisch ähnlicher Bewegungen bei grossen und kleinen Thieren.

1. Helmholtz' Theorie.

Von Helmholtz macht behufs seiner Berechnung der Grösse der Flugarbeit die zwei Voraussetzungen, dass erstens die Körperformen, zweitens die Bewegungen bei den zu vergleichenden Flugthieren geometrisch ähnlich seien. Er gelangt von diesen Voraussetzungen vermittelst strikt bindender Schlussfolgerungen zu dem Ergebnisse, dass die Geschwindigkeit eines so vergrösserten Organismus proportional der Quadratwurzel aus der Vergrösserung der Lineardimension wachsen müsse.

Hieraus folgt dann weiter, dass mit der Vergrösserung eines Vogels die zur Ueberwindung der Widerstände erforderliche Arbeit in etwas stärkerem Verhältnisse als das Gewicht zunimmt. Während nämlich das Körpergewicht, bei λ-facher Linear-Vergrösserung des Thieres, im Verhältniss von λ^3 wächst,

muss unter diesen Bedingungen die zur Fortbewegung erforderliche Arbeit im Verhältnisse von $\lambda^{7/2}$ zunehmen.

Dementsprechend müsste also, gleiche Leistungsfähigkeit der Muskeln vorausgesetzt, die für die Erzeugung des erforderlichen Effektes nothwendige Muskulatur an Masse zunehmen oder es müsste, wenn die Muskelmasse bei grossen und kleinen Thieren relativ gleich gross ist, die Muskulatur des grossen Thieres leistungsfähiger sein. — Es scheint deshalb, so meint von Helmholtz, „dass die Natur in den grossen Raubvögeln die Grenze erreicht habe, welche mit Muskeln als arbeitsleistenden Organen und bei möglichst günstigen Bedingungen der Ernährung für die Grösse eines Geschöpfes erreicht werden kann, welches sich durch Flügel heben und durch Flügel längere Zeit in die Höhe halten soll“.

Diese ganze Theorie ist in ihren sämmtlichen Theilen in so vollkommener Folgerichtigkeit entwickelt, dass, wenn die Prüfung derselben die thatsächliche Richtigkeit der Voraussetzungen ergiebt, damit zugleich die Richtigkeit aller Folgerungen erwiesen ist; dass aber auch umgekehrt jede Thatsache, die mit den Folgerungen der Theorie im Widerspruche steht, darauf schliessen lässt, dass die einstweilen von Helmholtz aufgestellten, aber auf ihre empirische Richtigkeit nicht geprüften Voraussetzungen den in der Natur vorhandenen Verhältnissen nicht entsprechen.

2. Die Aehnlichkeit der Körperformen bei grossen und kleinen Flugthieren.

Die erste der zu entscheidenden Fragen ist die, ob die Körper grosser und kleiner Thiere thatsächlich geometrisch ähnlich gebaut sind. Vor allem kommt es darauf an, zu ermitteln, ob bei λ-facher Linearvergrösserung des Flugthieres, die Flügelflächen, f, sowie das Segelareal, d. h. die gesammte Unterfläche von Brust, Bauch und Flügeln, F, im Verhältnisse von λ^2, und das Gewicht des Thieres, P, im Verhältnisse von λ^3 wächst. Diese Frage bildet den Gegenstand einer Untersuchung, welche im Auszuge in dieser Zeitschrift erschien („Die Grösse der Flugflächen.“ Pflüger's Archiv, XXXV. Bonn 1884. Seite 407—453). Die an 400 Thieren von verschiedenster Grösse und von im übrigen sehr verschiedener Körperform, nämlich an Insekten, Fledermäusen und Vögeln vorgenommenen Messungen ergaben, dass bei den grössten und bei den kleinsten Thieren sich dieselben Werthe für $f^{1/2}/P^{1/3}$ sowie $F^{1/2}/P^{1/3}$ finden. Dieser Quotient schwankt bei den zahlreichen gemessenen Thieren innerhalb ziemlich enger Grenzen; er ist derselbe bei allen Thieren von gleicher Flugmethode.

Es ist also durch diese Untersuchung erwiesen, dass grosse und kleine Thiere thatsächlich im Ganzen in Bezug auf die Grösse der Flugflächen geometrisch ähnlich gebaut sind. Und wie in der Grösse, so sind auch in der Gestalt der Flugflächen grosse und kleine Thiere durchaus ähnlich. Das Verhältniss der Flügellänge zum Körpergewicht ($l/P^{1/3}$) und ebenso das der

Klafterweite zum Körpergewicht ($K/P^{1/3}$) schwankt ebenso wie die Grösse der Flugflächen ($f^{1/2}/P^{1/3}$ und $F^{1/2}/P^{1/3}$) bei grossen und kleinen Thieren innerhalb derselben Grenzwerthe; dasselbe ist der Fall bezüglich des Verhältnisses zwischen Flügellänge und Flügelfläche ($l/f^{1/2}$), sowie des Verhältnisses zwischen Klafterweite und Segelareal ($K/F^{1/2}$). Die Höhe aller dieser verschiedenen Werthe ist für die Art des Fluges von grosser Bedeutung; bei grossen und kleinen Thieren wiederholen sich aber hier genau dieselben Verhältnisse. Es gleichen somit die Vögel in dieser Beziehung durchaus den Schiffen, wo ja bei grossen und bei kleinen Fahrzeugen, die demselben Schiffstypus angehören, dasselbe Verhältniss zwischen Schraubengrösse und Deplacement ($f^{1/2}/D^{1/3}$), zwischen Segelgrösse und Deplacement ($F^{1/2}/D^{1/3}$), sowie derselbe Bruchtheil der Ganghöhe $\left(F/\frac{l^2\pi}{4}\right)$ zur Verwendung kommt.

3. Die Aehnlichkeit der Bewegungen bei grossen und kleinen Thieren.

Wie in den geometrischen Verhältnissen, so zeigen auch in dem physikalischen Verhalten die Flügel bei Thieren verschiedener Grösse bedeutende Uebereinstimmungen. Zahlreiche gemeinsame Merkmale der Flügel beziehen sich auf die Widerstände, die die einzelnen Flügeltheile einer Verschiebung entgegenstellen. Es sind nämlich alle Flügel aus einem ziemlich wenig biegsamen Vorderrande und einem weicheren hinteren Theile zusammengesetzt und der Vorderrand zeigt ausnahmslos eine vom Grunde zur Spitze zunehmende Federkraft. Dabei setzt sowohl der Flügel der Insekten, wie die einzelne Feder des Vogels, die ja dem ganzen Insektenflügel sowohl morphologisch wie physiologisch entspricht, einem Drucke von unten her einen stärkeren Widerstand gegen Durchbiegung entgegen, als einem von oben her erfolgenden Drucke und es verkürzt sich demgemäss der Flügel der Insekten und die einzelne Feder und dem entsprechend auch der ganze Flügel des Vogels beim Aufschlage bedeutender als bei der Flügelsenkung.

Es resultiren aus diesen den Flügeln aller Flugthiere gemeinsamen Eigenschaften bedeutende Gleichartigkeiten in der Bewegung der einzelnen Theile der Flügel bei Thieren, die sonst in Grösse und Körperbildung äusserst verschieden sind. Neben diesen Gleichartigkeiten treten indessen doch auch mehrere und dabei recht beträchtliche Unterschiede in den Formen der Bewegungen hervor. Dieselben hängen, wie man durch die Vergleichung erkennt, zum Theil mit den wechselnden Formen des Körpers, der Grösse des Segelareals, der Flügelgrösse, der Länge der Flügel und der Lage der Druckmittelpunkte in denselben zusammen; aber auch bei ähnlich gebauten Thieren, und dieses ist für die Beantwortung der zunächst vorliegenden Frage von grösster Bedeutung, ist die Flügelbewegung bei Thieren von verschiedener Grösse nicht geometrisch ähnlich.

Während nämlich bei grossen Thieren die Flügel, wenn sie sich heben und senken, nahezu vertikal schwingen, erfolgen bei kleineren Thieren die Schläge schräg und bei den kleinsten Flugthieren nahezu horizontal. Man überzeugt sich leicht von dieser Thatsache, wenn man die Flugart verschieden grosser Thiere beobachtet, die unter Verhältnissen möglichst ähnlicher Art fliegen. Wenn ein Bussard oder ein anderer grosser Raubvogel im gleichmässigen Ruderpfluge sich horizontal über dem Beobachter hinbewegt, so sieht man, dass bei den Flügelhebungen und Flügelsenkungen der Vorderrand des Flügels fast genau vertikal auf- und abschwinkt, auch bei den grossen Krähen ist die Flügelbewegung noch fast vertikal; bei den Tauben dagegen und in noch weit höherem Grade bei den Lerchen und Sperlingen wird die Richtung, in der die Flügelschläge erfolgen, bedeutend schräg; man sieht, dass die Flügelspitzen dieser Vögel gegen den gleichmässig fortschreitenden Anheftungspunkt der Flügel bei jedem Niederschlage des Flügels vorauseilen, bei jeder Hebung dagegen zurückbleiben. In noch weit höherem Grade ist dieses bei den Insekten der Fall; zumal bei den Fliegen nähert sich die Schwingungsrichtung des Flügels der Horizontalen.

Da, wenn die Körpergrösse abnimmt, die Oscillationsdauer der Flügelbewegungen sich ebenfalls und zwar sehr bedeutend verringert, so können wir nur bei grossen Thieren die Schwingungsrichtung mit blossem Auge erkennen. Durch Befestigung von kleinen Stückchen Goldschaum auf den Spitzen von Insektenflügeln gelingt es aber, wie Marey zeigte, die Richtung der Bewegung sichtbar zu machen; ein zweites Verfahren der Beobachtung beruht auf der Anwendung eines mit Russ geschwärzten und in Rotation begriffenen Cylinders, auf dem die Flügelspitze ihren Weg aufzeichnet. Ausserdem lässt sich bei kleinen sowohl wie bei grossen Vögeln die Gestalt und die Richtung, welche die Flügel in jedem Momente der Flügelsenkung und Hebung haben, durch die Momentphotographie fixiren.

Die Anwendung aller dieser verschiedenen Methoden der Untersuchung ergab die zweifellose Bestätigung des bereits durch die Beobachtung mit blossem Auge aufgefundenen Unterschiedes in der Schlagrichtung bei grossen und kleinen Thieren.

Es findet somit die Voraussetzung der geometrisch ähnlichen Bewegungen bei grossen und kleinen Thieren, die von Helmholtz seiner theoretischen Betrachtung zu Grunde gelegt hat, durch die Beobachtung keine Bestätigung.

4. Die Zunahme der erreichten Geschwindigkeiten bei wachsender Körpergrösse.

a. Bewegung in der Vertikalrichtung.

Die erste aus der Voraussetzung ähnlicher Bewegungen abzuleitende Folgerung ist, dass die grossen Thiere eine bedeutendere Geschwindigkeit erreichen müssten, als die kleinen. Dieser Satz wird, wie bereits erwähnt,

durch von Helmholtz mit unzweifelhafter Folgerichtigkeit aus seinen Prämissen deducirt, doch wird er durch die Beobachtung keineswegs bestätigt.

Wohl giebt es viele Fälle, wo ein grosser Vogel einen kleineren unter gewissen Umständen an Geschwindigkeit übertrifft. Ereilt doch der Baumfalk (Falco subbuteo) sogar die flüchtige Schwalbe, der Zwergfalk (Falco aesalon) den Staar. Ausnahmslos sieht man indessen auch, dass selbst die schnellsten und gewandtesten Raubvögel ihre Beute nicht einzuholen vermögen, wenn sie in horizontaler Richtung über dem Boden hinfliegend dieselbe verfolgen. Vergebens fliegt der Habicht in horizontaler Richtung hinter den Tauben, der Kornweih (Circus cyaneus) hinter den Rebhühnern her; ja selbst die Schwalben sieht man vielfach sich vergebens abmühen, um eine Libelle im Fluge einzuholen.

Will ein grösseres Flugthier ein kleineres ergreifen, so muss es, das zeigt die Beobachtung über das Verhalten der Raubvögel auf's klarste, dem kleinen Thiere die Höhe abgewinnen. Mit kräftigen angestrengten Flügelschlägen arbeitet sich der grössere Raubvogel in die Höhe und lässt sich dann mit eingezogenen Flügeln herabfallen. Er erreicht dadurch, da sein Gewicht mit der zunehmenden Vergrösserung der Lineardimension im kubischen, der durch die widerstehende Luft ausgeübte Druck nur im quadratischen Verhältnisse wächst, eine Geschwindigkeit, die die dem kleinen Vogel erreichbare weit übersteigt. Es ist hier also nicht die grössere Fluggeschwindigkeit, sondern die grössere Fallgeschwindigkeit, die dem grösseren Vogel seine Beute einzuholen ermöglicht.

Der kleinere Vogel kann sich demgemäss den Verfolgungen des grossen Räubers entziehen, wenn er höher und höher steigt. Und in der That sieht man, dass ein Flug Staare, wenn er vom Zwergfalken verfolgt wird, sich stets über ihm zu halten sucht. Die Staare steigen so hoch, dass man sie kaum noch erblicken kann. Der Falk kann ihnen hierin nicht folgen und giebt die Jagd auf, wenn nicht ein einzelner Staar, durch das Aufsteigen ermüdet, hinter dem Schwarm der andern zurückbleibt und sich vom Falken übersteigen lässt.

Ebenso ist das Verhalten der Rauchschwalben (Hirundo urbica) gegen den fluggewandtesten aller Raubvögel, den Baumfalken. Sie steigen höher und höher und sind bei diesem Manöver so sicher vor dem sonst für alle kleineren Thiere so furchtbaren Raubvogel, dass sie auf denselben herabstossen und ihm mit Flügelschlägen und lautem Gezwitscher so zusetzen, dass er das Weite sucht.

Wie unbegründet die Vorstellung ist, dass grosse Vögel die kleineren an Fluggeschwindigkeit übertreffen, zeigen namentlich einige kleine und mittelgrosse Singvögel, die zumal während der Brutzeit über die grössten Raubvögel herfallen und dieselben durch Schnabelhiebe und Flügelschläge so lange ängstigen, bis sie sie aus der Nähe des Nestes vertrieben haben. Lehrreich sind in dieser Beziehung zumal die Schilderungen Audubons über das

Verhalten des Tyrannen (Muscicapa tyrannus), der Krähen, Geier und Adler und zumal den Schwalbenweih (Falco [Nauclerus] forficatus) angreift und stets von oben herabstossend verjagt. Und dabei wird der Tyrann selbst von den bedeutend leichteren Purpurschwalben (Hirundo [Progne] purpurea) verfolgt und trotz seines Muthes und seiner Stärke auf den Grund gestossen; die Schwalben quälen den Tyrannen in dieser Weise nach den Beobachtungen Audubons zuweilen so lange, dass er vor Ermattung stirbt.

Es lässt sich aus diesen und zahlreichen anderen Beobachtungen folgern, dass die grösseren Vögel den kleineren gegenüber keineswegs allgemein im Vortheil sind bezüglich ihrer Flugfähigkeit. Ein grosser Vogel kann sich allerdings schneller aus der Höhe in die Tiefe herabstürzen, dafür kann aber der kleinere schneller von unten nach oben steigen und es ist somit das kleine Flugthier dem grossen gegenüber durchaus nicht im Nachtheil, soweit es sich um die Bewegungen der Vertikalrichtung handelt.

b. Bewegung in der Horizontalrichtung.

Einer Vergleichung der Bewegungen von Flugthieren verschiedener Grösse bezüglich ihrer Schnelligkeit stellen sich beträchtliche Schwierigkeiten entgegen. Bei den eben besprochenen Bewegungen in der Vertikalrichtung ist es vielfach auf dem Wege der direkten Beobachtung im Freien möglich, Vergleiche zwischen den Fluggeschwindigkeiten verschiedener Thiere anzustellen. Dieses Mittel der Untersuchung liefert allerdings über die Grösse der erreichten Geschwindigkeiten nur sehr ungefähre Vorstellungen, anstatt bestimmter exakter Zahlen; aber es ist doch sehr vielfach möglich, während längerer Zeit den Bewegungen einer Reihe verschiedener Thiere zu folgen und entweder mit blossem Auge oder mit dem Fernglase die abwechselnde Annäherung und Entfernung der Thiere von einander zu beobachten. Dasselbe bequeme und dabei doch gerade für die Entscheidung der Hauptfrage, auf die es hier ankommt, genügende Verfahren kann, wenn es mit Vorsicht angewendet wird, auch zur Ermittelung der relativen Horizontalgeschwindigkeiten kleiner und grosser Thiere dienen.

Bei der enormen Schnelligkeit, die den Vögeln eigen ist, verliert man Verfolger und Verfolgte allerdings rasch aus den Augen. Dennoch lassen sich aus den im Freien anzustellenden Beobachtungen auch hier Schlüsse ableiten. Man sieht Krähen und Dohlen den grossen Adlern im Fluge folgen und mit ihnen lange Zeit in der Verfolgung Schritt halten; man sieht Sperlinge und andere kleine Singvögel hinter den grossen Weihen, Eulen und Krähen herfliegen und sie peinigen. Aber nie sieht man, dass beispielsweise der Kornweih (Circus cineraceus) den ihn so oft verfolgenden Krähen oder auch nur den Bachstelzen und den Schwalben an Flügelgeschwindigkeit überlegen ist, wenn diese über ihn herfallen. Er strengt sich zwar auf's äusserste an, um ihnen zu entgehen, aber lange Zeit folgen diese ihm, ohne dass sich der Abstand zwischem dem grossen und den kleinen Thieren vergrössert.

Der Kornweih gehört zu den gewandtesten und kräftigsten Fliegern unter den Raubvögeln; nach der Ableitung von Helmholtz müsste er die Krähen und Dohlen und in noch weit höherem Maasse die Schwalben und Bachstelzen so schnell hinter sich lassen, dass sie von jeder Verfolgung abstehen würden. Er hat die Klafterweite $K = 1{,}13$ m; schätzen wir seine Fluggeschwindigkeit, v, auf 21 m pro Sekunde, so würde, wenn man von der Helmholtzischen Voraussetzung ausgeht, die Geschwindigkeit des kleineren Vogels sich zu der des Kornweih verhalten, wie die Quadratwurzel aus der Linearvergrösserung.

Es wäre also bei	der	Krähe	$K = 0{,}78$	$v = 17{,}7$
do.	do.	Dohle	$K = 0{,}60$	$v = 15{,}5$
do.	do.	Schwalbe . . .	$K = 0{,}31$	$v = 11{,}1$
do.	do.	Bachstelze . . .	$K = 0{,}27$	$v = 10{,}4$

dem ist aber nicht so; sondern die kleinen Vögel halten mit ihm gleichen Schritt.

Dass in der That die grossen und kleinen Thiere im Ganzen dieselben Geschwindigkeiten im Fluge erreichen, wird ausser durch die direkte Vergleichung des Fluges grosser und kleiner Thiere auch dargethan durch die Ergebnisse der Messungen, die in Bezug auf die Fluggeschwindigkeiten zahlreicher Thiere stattgehabt haben.

Die in Prechtl's Untersuchungen über den Flug der Vögel sowie in zahlreichen Publikationen der Brieftaubenzüchter gegebenen Zahlen lassen die grössten bisher sicher beobachteten Fluggeschwindigkeiten sowohl bei Adlern und Jagdfalken, wie bei Tauben auf etwa 20 bis höchstens 25 m pro Sekunde schätzen. — Vergebens sucht man nach einer Differenz in den erreichten Fluggeschwindigkeiten zwischen grossen und kleinen Thieren.

5. Die Verschiedenheiten in der Leistungsfähigkeit der Muskeln grosser und kleiner Thiere.

Wenn dass grössere Thier wirklich verglichen mit dem kleinen eine im Verhältnisse von $\lambda^{1/2}$ schnellere Fortbewegung besässe, so würde es für Flüge von gleicher Dauer eine im Verhältnisse von $\lambda^{7/2}$ grössere Arbeit als das kleinere zu verrichten haben und es müsste also der treibende Muskelapparat dementsprechend relativ kräftiger gebaut sein. Kann man dagegen die von Thieren sehr verschiedener Grösse erreichten Geschwindigkeiten als gleich gross betrachten, so fällt dadurch ein Grund fort, für grössere Flugthiere eine relativ stärkere Muskulatur anzunehmen, und es wird die theoretische, mechanische Frage gestellt werden können, wie unter der Voraussetzung gleicher Geschwindigkeiten sich die Zunahme des Kraftaufwandes zu der des Gewichtes verhält.

Unabhängig von dieser Frage kann indessen zunächst untersucht werden, ob sich wirklich auf Grund der empirisch festgestellten Thatsachen bemerken lässt, dass die Leistungsfähigkeit der Muskeln mit zunehmender Körpergrösse in stärkerem Verhältnisse als das Körpergewicht wächst.

Ganz allgemein kann eine Zunahme der Leistungsfähigkeit der Muskeln entweder beruhen auf einer Vermehrung der zur Lokomotion verwendeten Muskelmasse, oder auf einer Zunahme der Arbeit, die in der Zeiteinheit durch gleiche Muskelmengen geleistet wird. Die letztere Möglichkeit selbst kann entweder auf einer Zunahme der absoluten Kraft, d. h. der durch gleiche Muskelquerschnitte geleisteten Drucke beruhen, oder es kann die Schnelligkeit der Kontraktion, d. h. der Länge des in der Zeiteinheit durch das Muskelende zurückgelegten Weges bei dem Muskel des grossen Thieres grösser sein, als bei dem des kleinen. Da nun jede Steigerung der Muskelarbeit selbstverständlich mit einer Zunahme der verbrauchten Nahrung verbunden sein muss, so würde man die Frage, ob mit steigendem Körpergewicht eine Steigerung der relativen Flugarbeit eintritt, durch die Beobachtung der Menge und des Konzentrationsgrades der Nahrung zu ermessen im Stande sein.

Es gliedert sich hiernach das vorliegende Problem naturgemäss in folgende fünf Fragen:

1. Lässt sich bei steigendem Körpergewicht eine Vermehrung der relativen Muskelmenge bemerken?
2. Wächst die Höhe der absoluten Kraft, wenn das Flugthier sich vergrössert?
3. Treten Differenzen in der Geschwindigkeit der Muskelkontraktion bei Thieren verschiedener Grösse hervor?
4. Beanspruchen grössere Thiere eine verhältnissmässig bedeutendere Menge an Nahrung, als die kleineren, oder ist wenigstens
5. die Nahrung grosser Flugthiere konzentrirter, als die der kleineren?

(Schluss folgt.)

Der Ballondienst in der Armee.

II.

Folgende, aus Köln vom 8. August d. J. datirte Mittheilung ist durch die Mehrzahl unserer politischen Tagesblätter gegangen:

Seit dem 1. August findet in Köln eine grössere Armirungsübung statt. Die Uebung leitet der Kommandeur der 3. Fussartilleriebrigade Oberst Kirsch. Sie spielt sich an und in den neuen Forts III (Nüssenberg) und IV (Bocklemünd) ab. Es ist angenommen, dass die Festung cernirt ist und der Feind den Angriff gegen die Forts unternimmt. Das 7. Fussartillerieregiment, welches der Vertheidiger ist, kasernirt seit Beginn der Uebung in den Forts selbst, während der Feind, das 3. und 4. Fussartillerieregiment, Ortschaftslager bezogen hat. Die Pioniere sind auf beiden Seiten vertheilt. Beim Vertheidiger handelt es sich zunächst darum, die Forts in Kriegszustand zu setzen. Um das Batteriebaumaterial und die Geschütze aus der Stadt hinauszubefördern, wurde von den Pionieren eine schmalspurige Bahn gebaut. Die Telegraphenstationen des Vertheidigers wurden durch Leitungen querfeldein mit der Stadt und den im Wirklichkeitsfalle armirten Nebenforts verbunden. Auf den Wällen der Forts aber entwickelte sich reges Leben. Hier galt es nun,

mit Mannschaften die Geschütze, vom kleinen 9-Ctm. an bis zur schweren 15-Ctm.-Ringkanone aufwärts, welche mit Pferden bis auf den Hof des Forts geschafft waren, hinaufzubringen und schussbereit zu machen. Neben den Forts im Gelände entstehen Zwischenbatterieen und Anschlussbatterien, die auch bald mit Geschützen besetzt sind und den Beginn der Thätigkeit markiren. Ein ganzes optisches Signalsystem, das nur dem Eingeweihten verständlich ist, unterstützt die nun in's Gefecht eingetretenen Batterieen durch Uebermittelung von Nachrichten über ihre Wirkung und über Veränderungen, die beim Feinde vorgehen. Dieser aber hat sich im Vorgelände eingenistet und armirt vom Parkplatze bei Poulheim aus seine Angriffsbatterieen. Zur Besichtigung der ausgeführten Arbeiten und um die Truppen in ihrer Thätigkeit zu sehen, trafen hier viele hohe Artillerieoffiziere ein, welche in Begleitung des Gouverneurs und des Kommandanten von Köln sich am 6. Vormittags auf die Uebungsplätze begaben. Es waren dies der Generalinspekteur der Artillerie von Voigts-Rhetz, Generalmajor Roerdansz, Generallieutenant v. Scheliha und Oberst v. Burchard. Die Ballon-Abtheilung steht unter dem Kommando des Majors Buchholz vom Eisenbahnregiment. Ausser diesem sind noch der Luftschiffer Herr Opitz und verschiedene Offiziere dabei ständig kommandirt, sowie auch Unteroffiziere und Mannschaften von den verschiedensten Infanterie-Regimentern zur Bedienung des Ballons. Der Abtheilung steht hier ein grösserer Ballon von 1200 Kubikfuss Inhalt zur Beförderung von Menschen und ein kleinerer ohne Gondel zur Uebermittelung von Signalen zur Verfügung. In Berlin hat dieselbe noch mehrere Ballons von verschiedener Grösse und Konstruktion. Der grosse Ballon „Barbara“ ist an ein 500 Meter langes Drahtseil gefesselt, in welchem sich zugleich ein Kabel für die Telephonleitung von der Erde zum Ballon befindet. Das Drahtseil wird durch eine Lokomobile von einer Trommel ab- und aufgedreht. Der kleine Ballon wird an einem Hanfseile gehalten, in dem sich ebenfalls ein Kabel befindet, vermöge dessen ein elektrisches Glühlicht im Ballon beim Signalisiren in der Nacht in Thätigkeit tritt. Je nach dem kurzen oder langen Aufleuchten des Ballons sind die verschiedenen Zeichen zu deuten. Zur Erleuchtung des Vorgeländes in der Nacht dient eine elektrische Lampe, die in dem grossen Ballon mitgeführt wird. Diese nächtliche Thätigkeit zu beobachten, hatten wir am 6. Abends noch Gelegenheit. Zu dieser Zeit nämlich war angenommen worden, dass der Feind zum Schutze seines Batteriebaues Infanterie gegen die Forts vorschickte. Dieser schickte der Gouverneur sechs Kompagnieen des Regiments Nr. 65 entgegen, welche seitlich des Forts Bocklemünd, unterstützt von der Artillerie des Vertheidigers, in's Feuer traten. Es entstand nun ein äusserst interessantes Bild einer Festungsdienstübung, was noch durch die Thätigkeit der Ballonabtheilung belebt wurde. Das elektrische Licht des 300 Meter hoch schwebenden grossen Ballons strahlte weit in das Gelände hinaus, während der kleine Ballon mit Zeichen in die Ferne sprach.

Protokoll

der am 18. April 1885 stattgehabten Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: Dr. Jeserich.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Vortrag des Herrn Freiherrn vom Hagen II. über Ballonhüllen aus Metall; Mittheilungen der technischen Kommission.

Das Protokoll der Sitzung vom 28. März wird verlesen und genehmigt.

Der Vorsitzende theilt mit, dass zur Mitgliedschaft statutenmässig Herr Lieutenant von Kriess angemeldet worden. — An Drucksachen sind seit der vorigen Sitzung eingegangen: Ein in Petersburg erschienener, in russischer Sprache verfasster Katalog der Litteratur des Luftschifffahrtswesens, das Januarheft und das Februarheft der vom italienischen Artillerie- und Ingenieur-Komitee herausgegebenen „Rivista di artiglieria e genio", das Januarheft und das Februarheft der im italienischen Marine-Ministerium redigirten „Rivista maritima", Gaston Tissandier's neueste Schrift „Les ballons dirigeables" (Paris, Gauthier-Villars) und ein Programm der für das Jahr 1885 (Eröffnungstag: 1. Juni) von der „Aeronautical Society of Great Britain" in London projektirten aëronautischen Ausstellung.

Herr Freiherr vom Hagen II. hält hierauf den in der Tagesordnung angekündigten Vortrag. Derselbe wird in der Zeitschrift erscheinen.*)

In der dem Vortrage folgenden Diskussion wird von verschiedenen Seiten die Möglichkeit der Herstellung guter, namentlich gasdichter und zweckentsprechender Ballonhüllen von Metall bezweifelt. Es wird besonders von den Herren Freiherrn vom Hagen I., Broszus und Dr. Angerstein darauf hingewiesen, dass die Starrheit der metallenen Ballonhülle einerseits ein Vortheil, andrerseits aber auch ein Nachtheil sei; es werde dadurch zum Beispiel der Transport einer solchen Hülle im nichtgasgefüllten Zustande ungemein erschwert und es erscheine deswegen eigentlich der Gedanke an die Verwendung metallener Hüllen zu nicht lenkbaren Ballons von vorn herein als schlecht bedacht, denn nur bei lenkbaren Ballons könne man die Möglichkeit voraussetzen, mit dem Ballon ohne Anwendung von sonstigen Transporthülfsmitteln nach dem Abfahrtsorte zurück zu kehren.

Nach einer kurzen Pause zeigt und erklärt Herr Dr. Jeserich ein von Lüllemann in Hamburg konstruirtes und zur Patentirung angemeldetes Luftballon-Ventil, welches das Vereinsmitglied Herr Rodeck von dort mitgebracht hat. Die Konstruktion und die Ausführung finden allgemeinen Beifall; als ein Vorzug wird namentlich hervorgehoben, dass dies neue Ventil nicht, wie die bisher üblichen Ventilarten, das Verschmieren seiner Fugen vor dem Aufstiege nothwendig mache, und dass es ausserdem mit Leichtigkeit nach jedem Oeffnen wieder sehr dicht geschlossen werden könne.

Mit Beziehung auf die, in der Sitzung vom 28. März d. J. besprochene, von Herrn vom Hagen II. beabsichtigte Herausgabe einer Sammlung aller wichtigeren, bisher ausgeführten oder projektirten Luftschiffe theilt der Vorsitzende mit, dass Herr vom Hagen von Herrn General-Major Klinder in Odessa Zuschriften erhalten, welche beweisen, dass sich der Letztere ausserordentlich für das Unternehmen interessire und das Zustandekommen desselben nach Kräften fördern werde.

Herr Freiherr vom Hagen I. berichtet als Vereins-Bibliothekar, Herr Kühl habe dem Vereine die Claudius'sche Schrift über dessen alte Berliner Luftreisen zum Geschenke gemacht; dem Geber gebühre um so mehr der Dank des Vereins, als die Schrift sehr selten geworden und buchhändlerisch kaum noch zu beschaffen sei.

In Betreff des in den letzten Sitzungen mehrfach erwähnten Wolff'schen Projekts bemerkt Herr Freiherr vom Hagen I., seine Bedenken gegen die Ausführbarkeit desselben seien im Wachsen; Herr Wolff habe ihm mitgetheilt, er sei

*) Ist bereits geschehen. Siehe Heft V. und Heft VI. dieses Jahrg. Die Red.

von der Benutzung eines Dampfmotors abgekommen und wolle mit einem Federmotor arbeiten, — das sei aber nach Ansicht des Redners eine ungenügende Kraftquelle.

Herr Dr. Kronberg referirt über Versuche des Herrn Sewig mit einem Apparate zur Feststellung der Leistung von Windflügeln. An das Referat schliesst sich eine kurze Diskussion.

Herr Freiherr vom Hagen I. theilt aus dem eingegangenen Programm der in London beabsichtigten aëronautischen Ausstellung einige Einzelnheiten mit.

Die nächste Sitzung wird auf den 9. Mai festgesetzt.

Der Vorsitzende proklamirt Herrn von Kriess als neu aufgenommenes Mitglied.

Schluss der Sitzung 11 Uhr.

Protokoll
der am 9. Mai 1885 abgehaltenen Sitzung des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: Edm. Gerlach.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Vortrag des Herrn Buchholtz über meteorologische Einflüsse auf die Steigkraft oder den Auftrieb von Aërostaten; Mittheilungen der technischen Kommission.

Der Vorsitzende theilt mit, dass die Herren Kaufmann, Marschall und Hauptmann John dem Verein beizutreten wünschen. Dieselben werden am Schluss der Sitzung als Mitglieder proklamirt.

Dem Vereine sind eingesandt:

1. Ein Blatt No. 17376 der Zeitung: Nieuwe Amsterdamsche Courant, Allgemeen Handelsblad.
2. Das Märzheft dieses Jahrgangs der Rivista maritima, herausgegeben vom italienischen Marineministerium.
3. Druckbogen von Lippert, Natürliche Fliegesysteme, 2. Auflage.
4. Schreiben der Herren Berthenson in Warschau, Lustig in Görlitz, Keiper in Kassel und Richter in Hamburg.

Der Vorsitzende legt ferner Heft III. der Vereinszeitschrift vor.

Es folgt sodann der oben erwähnte Vortrag des Herrn Buchholtz.*)

Im Anschluss an denselben referirt Herr Regely nach den in der Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**) enthaltenen Angaben über die Versuche des Herrn Douglas Archibald, welche die Messung der Geschwindigkeit des Windes mittelst Drachen zum Zwecke gehabt und es entspinnt sich eine Diskussion über die mehr oder minder scharfe Begrenzung der Wolken, sowie über die Vorzüge und Nachtheile vom Ballonkaptif und Drachen für meteorologische Untersuchungen.

Herr Gerlach berichtet über Versuche des Herrn Lustig in Görlitz, welche die Hebekraft von Propellerschrauben betreffen. Dieselben gleichen in vieler Hinsicht denen des Herrn Sewig.

Zum Schluss wird noch bekannt gegeben, dass das Maximilian Wolff'sche Dampfluftschiff nunmehr vollendet und im Concerthaus ausgestellt sei.

Die nächste Sitzung wird auf den 30. Mai festgesetzt.

---

*) Siehe Heft V. Seite 129 dieses Jahrgangs. D. Red.

**) Siehe Heft V. Seite 134 dieses Jahrgangs. D. Red.

Protokoll

der am 30. Mai 1885 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt.

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: Gerlach.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Vortrag des Herrn Dr. Angerstein: Ueber öffentliche Ballonfahrten; Mittheilung der technischen Kommission.

Das Protokoll der letzten Sitzung wird vom Vorsitzenden beanstandet, eine Beschlussfassung aber über die etwaige Ergänzung desselben auf die nächste Sitzung verschoben. — Der Vorsitzende macht sodann bekannt, dass das Vereinsmitglied Herr Ingenieur Fischer, Lieutenant der Reserve, in Folge eines Blutsturzes plötzlich verstorben sei. Die Versammlung ehrt das Andenken desselben durch Erheben von den Sitzen. — Eingegangen sind:

1. Das Maiheft des Aéronaute.
2. Ein russischer Katalog (Fortsetzung) der aëronautischen Litteratur von Herrn General Lobkò aus Petersburg.
3. Briefe der Herren Forkarth aus Budweis, Friedrich aus Köln, Poppe aus Berlin, Herberts in Barmen und Berthenson in Warschau.
4. Beschreibung von Neuerungen an Luftfahrzeugen von Adolf Runge, Regierungs-Baumeister, zur Zeit in London.

Aus einem Privatbriefe des Herrn Mewes aus Mahlwinkel wird ferner mitgetheilt, dass derselbe ein Verfahren zur ungemein billigen Herstellung des Natriums, Aluminiums und Magnesiums gefunden habe.

Hierauf wird eine allgemeine Rücklieferung sämmtlicher aus der Bibliothek entliehenen Bücher angeordnet, um deren Benutzung neu zu regeln.

Es folgt der Vortrag des Herrn Dr. Angerstein „über öffentliche Ballonfahrten", in welchem er die namentlich in Deutschland hierbei herrschenden Uebelstände geisselt. Diesen hauptsächlich schreibt er es zu, dass die Luftschifffahrt in Deutschland so geringe Werthschätzung findet.

Hiergegen betont Freiherr vom Hagen II., dass man eben alle Mittel gelten lassen müsse, welche eine Auffahrt rentabel machen und somit Luftschifffahrts-Unternehmungen erleichtern könnten.

Nach Erledigung dieses Gegenstandes bespricht Herr Dr. Müllenhoff Momentphotographien des als Gast anwesenden Herrn Anschütz aus Lissa i. P., welche dieselbe Bewegungsperiode eines gehenden, laufenden oder springenden Menschen, eines trabenden oder galoppirenden Pferdes in 12 verschiedenen, in gleichen Zeiträumen folgenden Phasen darstellen. Ausserdem werden auch Einzelphotographien von Störchen und Tauben vorgelegt, die ihr Nest gerade verlassen oder eben zurückkehren. — Auf die Bemerkung des Hrn. Dr. Kronberg, dass unter diesen Photographien doch auch viele Bilder vorkämen, wie sie unser Auge auffasst, im Gegensatz zu den sonst schon reproduzirten Zerrbildern, erwidert Herr Dr. Müllenhoff, dass bei dieser Aufnahme eben die kurz vorübergehenden Lagen so gut zur Aufnahme gelangten, wie die länger währenden.

Nach der Art des photographischen Verschlusses gefragt, theilt Herr Anschütz mit, dass das Oeffnen und Schliessen mittelst fallender Brettchen gemacht würde, die Auslösung erfolge pneumatisch. Die Zeitdauer der schnellsten Aufnahme schätze er auf $^1/_{1000}$ Sekunde. Allerdings missglückten viele Aufnahmen, kaum die Hälfte sei brauchbar. Auch das Hervorrufen und Verstärken der Bilder sei schwierig. Die Aufnahme von Photopraphienfolgen fliegender Vögel sei ausserordentlich schwierig,

indessen doch möglich. Man müsse sich gezähmter Vögel bedienen, deren Flug sich durch Hunger und Aussicht auf ihr ersehntes Futter in die gewünschte Bahn lenken lasse. Die Gefahr anormaler Flugbewegungen sei nach dem Ausspruch von Autoritäten bei umsichtiger Zähmung nicht zu befürchten.

Hierauf spricht der Vorsitzende den Herren Müllenhoff und Anschütz den Dank der Versammlung aus.

Bei nochmaliger Erwähnung des Wolff'schen Ballons giebt Herr Dr. Kronberg seiner Verwunderung Ausdruck, dass man bei der Füllung der Ballons nicht stets Ventilatoren verwende, welche die Dauer der Füllung leicht auf den vierten Theil herabzumindern vermöchten. Auch von anderer Seite werden dieselben empfohlen.

Was den Wolff'schen Ballon anbetrifft, so spricht Herr Mödebeck die Befürchtung aus, dass derselbe trotz der mehrfach hervorgehobenen originellen Einrichtungen nicht fliegen werde. Denn es sei alles auf das Vorhandensein eines inneren Ueberdruckes basirt. Bei der Schwierigkeit, gasdichte Hüllen herzustellen, werde man einen solchen nicht in erforderlicher Stärke erhalten.

Nachdem Herr Redakteur Sebald in Berlin als neu aufgenommenes Mitglied des Vereins proklamirt worden ist, wird die nächste Versammlung des Vereins auf den 20. Juni festgesetzt und sodann die Sitzung geschlossen.

Protokoll
der am 20. Juni 1885 stattgehabten Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: Gerlach.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Berathung über die Fassung der Protokolle; Besprechung der Theorien französischer Aviatiker durch Herrn Dr. Müllenhoff. Mittheilungen der technischen Kommission.

Das Protokoll der letzten Sitzung wird verlesen und genehmigt. Dem Verein sind folgende Schriften zugesandt:

1. das Juniheft des „Aéronaute“,
2. das 1. Heft des im Erscheinen begriffenen Buches: Mödebeck, die Luftschifffahrt,
3. Schreiben der Herren Seifert in Dresden, Hofmann in Goldberg in Schlesien, Ary in Altona, Puckschaml in Linz an der Donau, Peal in Englisch-Indien, Wölfert in Hamburg, Lippert in Wien, Opitz in Berlin, Sebald in Berlin.

Nach kurzer Debatte und genauerer Formulirung eines streitigen Beschlusses wird das früher beanstandete Protokoll der Sitzung vom 9. Mai genehmigt.

In der Debatte über die Abfassung der Protokolle wird ein Antrag des Herrn Seele, ein besonderes Protokollbuch anzulegen, abgelehnt. Sodann einigt man sich dahin, zunächst jedenfalls die dem Verein zugegangenen Schreiben und Schriften aufzuführen, und beschliesst mit Stimmengleichheit, gemäss der ausschlaggebenden Stimme des Vorsitzenden, von den Vorträgen der Tagesordnung nicht blos den Titel, sondern einen angemessenen Auszug, von der Diskussion und den sonstigen Besprechungen ebenfalls so viel in's Protokoll aufzunehmen, dass der Leser ein einigermaassen lebendiges Bild der Verhandlungen bekommt.

Wegen der stark vorgerückten Zeit wird der auf der Tagesordnung stehende Vortrag des Herrn Dr. Müllenhoff auf später verschoben und sodann die nächste Sitzung auf den 11. Juli festgesetzt. Schluss nach 11 Uhr.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Alte Jacob-Strasse 134.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

IV. Jahrgang. **1885.** **Heft IX.**

Eine Frage.

Die die Erde umgebende Atmosphäre ist mit einer Flüssigkeit — der Luft — erfüllt, welche zunächst dem Erdboden circa achttausendmal so leicht wie das Wasser ist.

Die Natur musste, damit sich lebende Thiere in dieser Flüssigkeit frei und nach ihrer Willkür bewegen konnten, die physischen Eigenschaften dieser Thiere den Eigenthümlichkeiten des Bewegungsmediums anpassen.

Die Flugthiere besitzen auch thatsächlich Einrichtungen, welche weder bei den Land- noch bei den Wasserthieren vorhanden sind.

So ist die auffälligste Eigenthümlichkeit der federbedeckten Flugthiere deren sehr geringes spezifisches Gewicht.

Wiegt man das Quantum Luft, welches der Körper der Land- und Wasserthiere verdrängt, so findet man, dass dieses Gewicht 800 mal genommen werden muss, um das absolute Gewicht des Thieres zu erhalten, wogegen bei den Vögeln dieses Verhältniss nur circa 1 : 120 beträgt.

Land- und Wasserthiere sind demnach circa sieben mal spezifisch schwerer, als die Vögel. Die grössere spezifische Leichtigkeit bewirkt nach dem Archimedischen Gesetz überhaupt eine bessere Schwimmfähigkeit, d. h. den spezifisch leichteren Körperbedarf, um sich in der ihr umgebenden Flüssigkeit schwebend zu erhalten, eine geringere hebende Kraft als der spezifisch schwerere Körper gleichen Volumens.

Die den federbedeckten Flugthieren von der Natur zugewiesene mechanische Triebkraft reicht auch in der That nur dann zu ihrer Hebung über die Horizontale aus, wenn deren Federkleid vollständig ist. Ist dasselbe auch nur wenig unvollkommen, so erfolgt die Hebung sichtbar mit weit grösserer Anstrengung, als wenn dasselbe normal ist; die Flugfähigkeit aufwärts geht bei grösseren Unvollkommenheiten des Federkleides gänzlich verloren.

Das grössere Deplacement des Vogelkörpers ist in Verbindung mit dem geringeren spezifischen Gewicht zweifellos eine den Flug wesentlich begünstigende Eigenschaft des Vogels.

Die spezifische Leichtigkeit der Vogelmasse, herbeigeführt durch deren Federkleid, wirkt auf den Vogelleib in ähnlicher Art hebend ein, wie etwa ein Schwimmgürtel auf den ruhig im Wasser liegenden menschlichen Körper.

Das spezifische Gewicht des Menschen ist nur um eine Kleinigkeit grösser als jenes des Wassers. Dieser geringe Unterschied bewirkt, dass der menschliche Körper im Wasser untergeht. Verändert man aber das spezifische Gewicht der schwimmenden Masse durch die Beigabe des Schwimmgürtels, so geht der Körper nicht unter. Die hebende Kraft des Schwimmgürtels beträgt kaum 1 Kilogramm und doch bewirkt sie, dass durch sie der Mensch schwimmfähig geworden ist.

Das Federkleid des Vogels ist für den Vogel ebenfalls ein Schwimmgürtel, welches den Vogel in ein ähnliches Verhältniss zur Luft bringt, wie die Schwimmblase den Fisch zum Wasser.

Wenn auch das Gewicht, um welches der schwimmende oder fliegende Körper in solcher Weise entlastet wird, unbedeutend erscheint, so ist es doch gerade jener Theil der Last, welche der Fisch oder der Vogel durch die Thätigkeit seiner mechanischen Triebkraft nicht mehr zu überwinden vermöchte oder doch die an der vollen Ausnutzung seiner Muskelkraft für Vorwärtsbewegung hinderlich ist.

Man sieht oft, dass ein Eisenbahnzug, trotzdem der Lokomotivführer vollen Dampf gegeben hat, nicht von der Stelle fahren kann. Die Zugkraft vermag das Trägheitsmoment des Zuges nicht ganz zu überwinden, sie bleibt ohne sichtbare Wirkung; es genügt aber, diesen Zug sofort in Bewegung zu bringen, wenn die Kraft eines Mannes aufgewendet wird, um durch einen zwischen Schiene und Rad eingesetzten Hebel das Rad auch nur ein wenig zu bewegen und so die Arbeitskraft des Dampfes zu unterstützen — auszulösen.

Es ist das der Tropfen, der den Becher zum Ueberfliessen bringt!

Auch die dynamischen Flugmaschinen schlagen dermalen vergeblich mit ihren Flügeln und verpuffen ihre Kraft wirkungslos; es fehlen vielleicht nur wenige Kilogramm Druck mehr, um die beabsichtigte Hebung zu bewerkstelligen, aber gerade diese abhängige kleine Kraft kann die Maschine nicht mehr liefern!

Eine dieses geringe Uebergewicht beseitigende gasgefüllte Blase vermag augenscheinlich dieses Missverhältniss zwischen Kraft und Last leicht auszugleichen.

Es ist da doch die Frage erlaubt, warum wendet man dieses so einfache Mittel, das spezifische Gewicht des Flugkörpers nach der vorhandenen Triebkraft zu reguliren, nicht in der Luftschifffahrt an? A. P.

Die Grösse der Flugarbeit.

Von Dr. Karl Müllenhoff.

(Schluss.)

a. Die Menge der Muskulatur bei den Flugthieren.

Wägungen und Berechnungen über die relative Menge der Flugmuskeln wurden zuerst von Harting in grösserer Zahl angestellt. In seinen Observations sur l'étendue relative des ailes et le poids de muscles pectoraux (Archives neerlandaises, 1869) behandelt er die Frage nach der relativen Grösse der Flugmuskeln, d. h. dem Gewichte derselben bezogen auf gleiche Körpergewichte. Da die von ihm gegebenen Zahlen sich indessen zum grossen Theile auf Thiere beziehen, die im zoologischen Garten gelebt hatten und deren Brustmuskulatur eine sehr beträchtliche Verkümmerung zeigt, da andere seiner Zahlen selbst Exemplaren, die in Spiritus konservirt waren, entnommen sind, so können die von ihm gegebenen Verhältnisszahlen nur mit grosser Vorsicht verwendet werden, zumal sie sehr wenig zahlreich sind.

Es war deswegen von grossem Werthe, dass Legal und Reichel (in den Berichten der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur, Breslau 1879) Harting's Untersuchung in vergrössertem Umfange wieder aufnahmen. Besonders in drei wensentlichen Punkten gingen sie weiter, als ihr Vorgänger. Sie trafen nämlich zunächst bezüglich der zu untersuchenden Thiere eine sehr sorgfältige, und wie die Vergleichung der Resultate ergiebt, durchaus zweckmässige Auswahl, indem sie (mit wenigen Ausnahmen Fringilla cannabina, Columba domestica) alle domesticirten Thiere von der Untersuchung ausschlossen. Sodann untersuchten sie ausschliesslich frisch getödtete, keine in Spiritus konservirten Thiere; endlich bestimmten sie mehrfach von zahlreichen Exemplaren einer Species die Grösse der Flugmuskulatur. Durch die letzteren Messungen geben sie die Möglichkeit, die Grösse der individuellen Verschiedenheiten zwischen Thieren einer Species zu vergleichen mit den Unterschieden, die in Bezug auf die Entwickelung der Brustmuskulatur hervortreten zwischen in systematischer Beziehung verschiedenen Thieren. Ich trennte nun die durch Harting's, sowie die durch Legal und Reichel's Untersuchungen erhaltenen Zahlen, die sich auf frei lebende und im frischen Zustande untersuchte Thiere beziehen, von den übrigen und ordnete sie nach der Proportion, die besteht zwischen dem Gewichte der Brustmuskeln und

dem Totalgewichte des Thieres (p/P). Die Werthe für p/P schwanken zwischen 0,1 und 0,3.

Vergleicht man die relative Muskelmenge von Thieren, die in ihrer Flugfähigkeit grosse Unterschiede zeigen, so erkennt man, dass vielfach Thiere von sehr verschiedenem Flugvermögen, d. h. sehr verschiedener Ausdauer im Fluge, eine gleiche relative Muskelmenge besitzen. So haben z. B. die Rebhühner und der Habicht $p/P = 0{,}33$, die Trappe und der Fischadler $p/P = 0{,}24$ und die Kohlmeise und Lachmöve $p/P = 0{,}13$.

Es geht hieraus hervor, dass die relative Muskelmenge kein Maass für die Flugfähigkeit abgiebt. Dieses ist bereits von Legal und Reichel sowie auch von Krause (Göttinger gelehrte Anzeigen 1882 p. 408) hervorgehoben.

Dass thatsächlich die Schwankungen in der Grösse der relativen Muskelmenge für die Art des Fluges von geringer Bedeutung sind, wird noch besser, als durch die Vergleichung von Thieren mit verschiedener Flugfähigkeit und gleicher relativer Muskelmenge, durch den Umstand bewiesen, dass sehr häufig Thiere von gleicher Flugfähigkeit und ähnlichem Körperbau, ja selbst verschiedene Exemplare derselben Species in der Grösse der relativen Muskelmenge die allergrössesten Differenzen hervortreten lassen. Die schlechtesten Flieger Fulica atra und Rallus aquaticus ($p/P = 0{,}1$) und Perdix ($p/P = 0{,}33$) weisen die äussersten Extreme auf; ebenso aber auch die besten Flieger Haematopus $p/P = 0{,}12$, Larus 0,13, Charadrias 0,30, Accipiter 0,31.

Bei Fuligula nyroca beträgt $p/P = 0{,}15$, bei der ihr ganz ähnlich gebauten und ebenso fliegenden Fuligula cristata dagegen 0,31; die verschiedenen Exemplare von Haematopus ostralegus schwanken zwischen $p/P = 0{,}11$ und 0,25, die Möwen zwischen 0,13 und 0,23. Im Grossen und Ganzen beträgt p/P durchschnittlich 0,25 und es entfernen sich nur wenige Thiere beträchtlich von dieser Mittelzahl.

Ueber die Ursachen, welche bewirken, dass das Gewicht der Brustmuskulatur bei gleichen Thieren so grossen Schwankungen ausgesetzt ist, erhalten wir Andeutungen durch das Verhalten domesticirter Thiere. Die in zoologischen Gärten gehaltenen und in ihrer Bewegung sehr gehinderten Thiere zeigen eine höchst auffallende Abnahme der Brustmuskulatur, umgekehrt lässt bei den, wie im freien Zustande, herumfliegenden Haustauben die reichliche Nahrung, die den Thieren durch den Menschen gegeben wird, die Muskelmasse äusserst voluminös werden; steigt doch bei ihnen p/P bis auf 0,45, ohne dass indessen dadurch die Flugfähigkeit wächst. Daraus sowie aus der Betrachtung des Muskelfleisches solcher sehr stark genährter Tauben geht hervor, dass das Anschwellen der Brustmuskulatur über das normale Maass von 0,25 wohl hauptsächlich auf Fetteinlagerung und nicht auf Neubildung von Muskelfasern zurückzuführen ist.

Jedenfalls geht aus der Vergleichung der relativen Grösse der Flugmuskulatur ganz unzweifelhaft hervor, dass in dieser Beziehung eine Ver-

schiedenheit zwischen grossen und kleinen Thieren absolut nicht hervortritt. Sowohl bei den grössten, wie bei den kleinsten Thieren finden sich dieselben Schwankungen zwischen den Werthen von p/P.

b. Die absolute Kraft der Muskulatur bei den Flugthieren.

Nur bei verhältnissmässig wenig Thierarten ist die absolute Muskelkraft gemessen worden. Die von den verschiedenen Forschern unter Anwendung der mannigfaltigsten Methoden erhaltenen Zahlenwerthe stimmen untereinander sehr wenig überein. Eine Vergleichung der sämmtlichen vorliegenden Messungen zeigt, dass die Differenzen durch drei Ursachen bedingt sind. Zunächst sind sehr verschiedene Untersuchungsmethoden verwendet, und dieselben liefern Resultate, die untereinander nicht ohne Weiteres vergleichbar sind. Sodann hat, wie es scheint, die Muskulatur systematisch verschiedener Thiere eine systematisch verschiedene Leistungsfähigkeit. Endlich aber zeigen die Muskeln verschiedener Exemplare derselben Spezies und auch die verschiedenen Muskeln desselben Exemplares sehr beträchtliche Differenzen in ihrer absoluten Kraft; die letzterwähnten individuellen Schwankungen sind so beträchtlich, dass ebenso wie die relativen Muskelmengen bei Thieren einer Spezies, so auch die Unterschiede in den durch Muskelquerschnitte gleicher Grösse ausgeübten Drucken zwischen eben denselben Grenzen schwanken, wie die von Thieren von sehr verschiedenem Bau.

Es erscheint somit die Schwankung der für die absolute Muskelkraft von verschiedenen Thieren erhaltenen Werthe nur von ziemlich untergeordneter Bedeutung.

Da die Flugbewegungen als ganz besonders kräftig angesehen werden, so sollte man erwarten, dass die absolute Kraft der Flugthiere eine ganz besonders hohe sei. Dieses ist indessen durchaus nicht der Fall. Die durch Marey's Untersuchungen erhaltenen Zahlen zeigen vielmehr, dass auch bei guten Fliegern (Gabelweih und Haustaube) die Höhe des pro Quadratcentimeter des Querschnittes ausgeübten Druckes kaum die nach denselben Untersuchungsmethoden bei Säugern erhaltenen Zahlenwerthe erreicht und jedenfalls hinter den für den Menschen erhaltenen zurücksteht. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist dabei, dass die für die absolute Muskelkraft erhaltenen Zahlen bei dem grossen Raubvogel kleiner sind, als bei der weit kleineren Taube.

Die Taube wird vom Menschen ernährt; sie wird durch reichliches Futter gemästet; sie ist der Mühe des eigenen Nahrungserwerbes überhoben. Sicherlich kann man bei ihr keine so grosse Flugübung voraussetzen, als bei einem Raubvogel. Trotz aller dieser Gründe, die die absolute Muskelkraft des Raubvogels zu erhöhen geeignet wären, ist die der Taube grösser.

Es wird somit die Annahme, dass mit steigendem Gewichte der Flugthiere die absolute Muskelkraft zunehmen müsse, durch die Beobachtung nicht bestätigt.

Von allen Annahmen, die möglich sind, wenn die grösseren Thiere im Fluge wirklich eine grössere Arbeit zu verrichten haben, bleibt somit nur noch die eine übrig, dass die Geschwindigkeit der Muskelkontraktionen bei ihnen eine beträchtlichere sei.

c. Die Geschwindigkeiten der Muskelkontraktionen bei Flugthieren.

Sucht man die Grösse der durch einen Muskel in einer bestimmten Zeit geleisteten Arbeit (A) zu berechnen, so muss man neben der Länge der Zeit t, der Grösse des senkrecht auf den Faserverlauf geführten Muskelquerschnittes q und der Höhe des auf jeden Quadratcentimeter dieses Querschnittes ausgeübten Druckes d, noch die Länge des Weges v kennen, die das freie Muskelende in der Zeiteinheit durchläuft. Die Länge des in einer Sekunde zurückgelegten Weges, die Geschwindigkeit setzt sich bei einem sich abwechselnd zusammenziehenden und dehnenden Muskel selbst wiederum aus zwei Factoren zusammen, nämlich aus der Grösse des während einer Muskeloscillation zurückgelegten Weges (s) und der Zahl der in der Zeiteinheit ausgeführten Oscillation (n). Man erhält demgemäss als Ausdruck für die Grösse der in der Zeiteinheit geleisteten Arbeit

$$A = q \,.\, d \,.\, v$$
$$= q \,.\, d \,.\, s \,.\, n.$$

Sowohl für die Oscillationsweite des Muskels oder die Hubhöhe desselben wie für die Oscillationsdauer liegen eine Reihe von Messungen vor.

Die Hubhöhe eines Muskels hängt wie bei allen Thieren so auch bei den Flugthieren in erster Linie von der Länge der Muskelfasern ab; sie beträgt höchstens 0,3 bis 0,5 von der Länge des Muskels. Bei den weit ausholenden Flügelschlägen beträgt die Grösse des Schlagwinkels etwa 150°; bei diesen, aber auch nur bei diesen, findet eine so bedeutende Verkürzung des Muskels statt und zwar übereinstimmend bei grossen und kleinen Thieren. Da nun der Körper der grossen und kleinen Thiere wie in Bezug auf die Grösse der Flugflächen, so auch in Bezug auf die Länge der Flugmuskeln ähnlich gebaut ist, so ist, wie sich aus dem Vorigen ergiebt, die Hubhöhe der Flugmuskeln proportional der dritten Wurzel aus dem Körpergewichte ($s = P^{1/3}$ const.).

Ganz analog verhält es sich mit der Oscillationsdauer. Wie bereits früher nachgewiesen wurde (diese Zeitschrift Heft VIII, S. 232), zeigen die auf diese Weise erhaltenen Zahlen für Oscillationsdauer eine einfache Abhängigkeit von der Körpergrösse. Es ist nämlich die Zahl der in der Zeiteinheit ausgeführten Flügelschläge annähernd umgekehrt proportional der dritten Wurzel aus dem Körpergewichte ($n \,.\, P^{1/3} =$ const.). Aus diesen beiden Beziehungen ergiebt sich, dass

$$v = n \,.\, s = \text{const.}$$

oder in Worten: die Geschwindigkeit der Muskelkontraktion ist bei grossen

und kleinen Thieren annähernd dieselbe. Auch in Bezug auf die Geschwindigkeit der Muskelkontraktion lässt demgemäss die Vergleichung grosser und kleiner Flugthiere keine vergrösserte Leistungsfähigkeit der Muskulatur bei zunehmendem Körpergewichte erkennen.

d. Die Grösse des Stoffumsatzes der Muskeln während der Flugarbeit.

Die während des Fluges verrichtete mechanische Arbeit kann nur geleistet werden, wenn eine entsprechend grosse Menge von chemischer Spannkraft verbraucht wird; indessen können wir bisher weder über die Menge der durch die Flugarbeit konsumirten Stoffe, noch über die Höhe der zum Ersatze der verbrauchten Stoffe nothwendigen Nahrungsmengen bestimmte Angaben machen. Es bleibt uns somit zur Beantwortung unserer Frage, da die Vergleichung der Nahrungsmengen für grosse und kleine Thiere unausführbar ist, nur noch das zweite Mittel zur vergleichenden Feststellung der Höhe des Stoffwechsels übrig, nämlich die Vergleichung der von grossen und kleinen Thieren aufgenommenen Nahrung in Bezug auf ihren Konzentrationsgrad.

Eine solche Vergleichung ergiebt zunächst eine charakteristische Eigenthümlichkeit der Flugthiere: sie leben fast sämmtlich von Früchten oder von Fleisch; Blattfresser, welche ja unter den laufenden Thieren so ausserordentlich vielfach vorkommen, fehlen fast ganz. Durch die Blattnahrung wird eine bedeutende Verlängerung des Verdauungskanals und dem entsprechend eine nicht unbedeutende Erhöhung des „todten Gewichtes" d. h. eine Vermehrung der zur Locomotion nicht ohne Weiteres nutzbaren Körpertheile nothwendig gemacht. Die wenigen Blattfresser unter den Vögeln, die Auerhühner, Birkhühner, Trappen, sind sämmtlich Thiere mit schwerem plumpen Körper und wenig ausdauerndem Fluge; sie ziehen daher meistens die Fusswanderung dem Fluge vor, legen doch die Wachteln fast ihre ganzen Wanderungen, die Trappen wenigstens grosse Strecken laufend zurück; die Auerhühner vermeiden im Allgemeinen grosse Wanderungen; sie legen nur in den Ländern, wo sie von Beeren leben (z. B. Wachholderbeeren im Ural) täglich einige Meilen zurück, vermeiden sonst jede weite Wanderung, ja sie bleiben selbst wochenlang auf einem Baume und fressen alle Nadeln ab von demselben (Brehm).

Besser als die wenigen Blattfresser sind die schon sehr zahlreichen Körnerfresser gestellt. Bei ihnen ist die Nahrung erstens weit konzentrirter, zweitens aber, und das ist gewiss von noch grösserer Bedeutung, ist bei diesen Stoffen die Verdauung weit schneller zu bewerkstelligen und es wird also durch beide Umstände das Gewicht des Verdauungsapparates nebst Inhalt gegen das bei den Blattfressern nothwendige verringert.

Bemisst man den Konzentrationsgrad eines Nahrungsmittels nach der Prozentzahl der in demselben enthaltenen Eiweissstoffe und Kohlehydrate, so

zeigt sich, dass bei den fleischfressenden Thieren der Konzentrationsgrad der Nahrung im Allgemeinen wohl etwas geringer, als der der körnerfressenden ist; es scheinen also die körnerfressenden Thiere den Fleischfressern gegenüber etwas im Vortheil zu sein; doch ist dieser Vortheil nur scheinbar, da die Assimilation der Körnernahrung einen längeren und dadurch schwereren Verdauungskanal nöthig macht.

Man erkennt somit leicht, in welchem Verhältnisse Ausdauer im Fluge und Art der Nahrung steht. In dem verringerten todten Gewichte, aber auch nur in diesem, liegt ein Vortheil, den der Fleischfresser vor dem Körnerfresser, der Körnerfresser vor dem Blattfresser hat; diese Verringerung des todten Gewichtes befähigt den von leicht verdaulicher Nahrung lebenden Fleischfresser zu anhaltenderem Fluge, als er dem relativ schwerfälligeren Pflanzenfresser, zumal dem Blattfresser, möglich ist.

Auch hierin wiederholen sich dieselben Verhältnisse bei grossen, wie bei kleinen Thieren.

Vergleichen wir gleich schwere Thiere, so finden wir, dass der Rosenkäfer und die Libelle in ihrer Flugfähigkeit, zumal der Ausdauer im Fluge, ebenso verschieden sind, wie das Rebhuhn und der Habicht, wie der Auerhahn und der Fischadler, wie die Trappe und der Albatros. Der Rosenkäfer wird durch seinen harten Chitinpanzer geschützt, er findet mit Leichtigkeit die Nahrung, deren er bedarf; er fliegt deshalb äusserst selten und seine Flugmuskeln erfahren in Folge dessen keine bedeutende Uebung; derselbe Mangel an Uebung der Flugmuskeln tritt ein bei den schnelllaufenden Rebhühnern und Trappen, die nur im Falle der höchsten Noth von ihrer Flugfähigkeit Gebrauch machen; auch die Waldhühner laufen mehr, als sie fliegen. Bei allen diesen Thieren macht weder die Ernährung, noch die Sicherung vor Gefahr eine häufige Anstrengung der Flugmuskeln nöthig.

Ganz anders die vom Raube lebenden Thiere. Ihnen ist der Erwerb der Nahrung sehr erschwert und nur durch anhaltende und angestrengte Flugarbeit gelingt es ihnen, die nöthige Menge von Futter zu erwerben. Da kann es nicht Wunder nehmen, dass bei ihnen die Muskulatur bedeutend stärker ausgebildet, dass jeder Fettansatz vermieden und somit, trotzdem das relative Flugmuskelgewicht nicht höher als bei den Pflanzenfressern ist, so doch die Zahl der allein wirksamen Muskelfasern bedeutender ist.

Was uns für unsere hier vorliegende Aufgabe ganz besonders wichtig erscheint, ist, dass bei dieser Vergleichung der Nahrung grosser und kleiner Flugthiere, ebenso wie bei den anderen in Betracht gezogenen Faktoren, die Organisation grosser und kleiner Thiere keine Verschiedenheit erkennen lässt, die auf eine Differenz in der für die Fortbewegung gleicher Lasten erforderlichen Arbeit schliessen liesse.

Es scheint vielmehr, das ergiebt sich als Gesammtresultat aus allen bisher besprochenen Verhältnissen, dass grosse und kleine Thiere beim Fluge mit einem Kraftaufwande sich fortbewegen, der proportional ist dem Körpergewichte.

B. Untersuchung über die Grösse der Flugarbeit unter der Voraussetzung gleicher Geschwindigkeit und gleicher relativer Kraft.

1. Vereinfachende Voraussetzung.

Von Helmholtz hatte seine Hypothese der Aehnlichkeit der Bewegungen bei grossen und kleinen Thieren seiner Untersuchung zu Grunde gelegt, weil die äusserst komplizirten Flügelbewegungen, wie sie thatsächlich stattfinden, der mechanischen Betrachtung unüberwindliche Schwierigkeiten bereiten. Er machte die Voraussetzung, die Körper der Flugthiere und ihre Bewegungen seien geometrisch ähnlich, um das mechanische Problem behandeln zu können, ob eine Vergrösserung von Flugapparaten möglich sei, ohne eine relative Zunahme der erforderlichen Kraft.

Es ist durch die obige Betrachtung gezeigt worden, dass die erste der von Helmholtz gemachten Voraussetzungen, die der Aehnlichkeit der Körperform, allerdings zutreffend ist, dass dagegen die zweite Voraussetzung, die der geometrisch ähnlichen Bewegung, nicht den thatsächlich beobachteten Verhältnissen entspricht. Die Untersuchung ergab sodann, dass auch die aus dieser Voraussetzung abgeleiteten Folgerungen durch die Beobachtungen nicht bestätigt wurden. Es wurde gezeigt, dass namentlich in zwei Punkten die Beobachtung von den durch von Helmholtz aufgestellten Sätzen abweicht.

Erstens sind die für grosse wie für kleine Thiere erreichten Geschwindigkeiten gleich, sodann lässt sich nicht erkennen, dass mit steigendem Körpergewicht die Leistungsfähigkeit der Maschine wirklich in stärkerem Verhältniss als das Gewicht zunimmt. Aus der bisherigen Untersuchung über die Grösse der Flugarbeit ergab sich vielmehr:

1. Grosse und kleine Thiere sind im Ganzen geometrisch ähnlich gebaut.
2. Grosse und kleine Thiere erreichen im Ganzen gleiche Geschwindigkeiten.
3. Zur Fortbewegung gleicher Gewichte gehört bei grossen und kleinen Thieren eine gleiche Arbeitsgrösse.

Um die Richtigkeit dieser Sätze zu prüfen, ist es nöthig, zunächst theoretisch-mechanisch ihre Möglichkeit zu beweisen, d. h. den Nachweis zu führen, dass die drei angegebenen Sätze überhaupt nebeneinander Gültigkeit haben können; sodann wird die Verschiedenheit der Bewegungen, die für grosse und kleine Thiere aus diesen Sätzen gefolgert werden kann, auf ihre etwaige Uebereinstimmung mit den Beobachtungen zu prüfen sein; schliesslich könnte, wenn die Prüfung die Stichhaltigkeit der Voraussetzungen ergeben sollte, auf Grund der gegebenen erkannten Verhältnisse der Versuch gemacht werden, die Höhe der Flugarbeit für die grossen und kleinen Flugapparate zu berechnen.

Auch für diese Betrachtung zeigt sich die Nothwendigkeit einer vereinfachenden Annahme. Die komplizirte Form der Bewegungen stellt, wie bereits erwähnt, der Analyse unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Es wird demgemäss die Form der Bewegungen ganz ausser Acht zu lassen sein

und die Aufmerksamkeit allein auf die Höhe des Effektes der Bewegungen gerichtet werden müssen.

Die Bewegungen der Flugthiere lassen, wie die eines jeden Bewegungsapparates, eine doppelte Betrachtung zu. Erstens verschieben sich die einzelnen Theile des Flugthieres gegeneinander; diese Bewegungen, die kinematischen, sind an und für sich für die Lokomotion von keiner Bedeutung. Erst dadurch, dass die Aussenflächen des Thieres, welche auf das umgebende Medium, hier die Luft, stossen, sich gegen dieses Medium verschieben, entsteht eine für die Lokomotion des ganzen Apparates nutzbare, eine dynamische Bewegung.

Es wird demgemäss, wenn die Form der Bewegung ganz ausser Acht gelassen werden soll, vollkommen von der kinematischen Verschiebung der einzelnen Theile des Thieres gegen einander zu abstrahiren sein. Man muss sich also das Thier mit ausgebreiteten Flügeln ruhend denken und ausschliesslich die dynamische Bewegung — die Bewegung der Oberfläche des Thieres gegen die Luft — in Betracht ziehen. Von dieser Bewegung ist wiederum nur die Höhe der Effekte für die Betrachtung wichtig.

Da die Höhe der Effekte nur von der Grösse der relativen Bewegung zwischen der Oberfläche des Flugthieres und der Luft abhängt, da es also für die Betrachtung ebenso gut möglich ist, die Oberfläche des Thieres als ruhend, die Luft als bewegt anzusehen, wie man die Luft als ruhend, die Flächen des Thieres als bewegt betrachten kann, und da von der kinematischen Verschiebung ganz abstrahirt werden muss, so bietet sich für die Betrachtung eine sehr bequeme, den sämmtlichen Anforderungen entsprechende Annahme; man muss sich das Thier ruhend denken und sich vorstellen, dasselbe würde von einem Luftstrom getroffen, der dem Effekte der beim Fluge aufgewandten Arbeit entspricht.

2. Berechnung des Verhältnisses zwischen der Horizontalkomponente und der Vertikalkomponente der Flugarbeit bei grossen und kleinen Thieren.

Der Druck, den das fliegende Thier bei horizontaler Fortbewegung durch die Luft erfährt (resp. auf dieselbe ausübt), kann als nach zwei verschiedenen Richtungen wirkend angesehen werden und kann also in zwei Komponenten zerlegt werden. Erstens muss das Thier sich in der gleichen Höhe erhalten, dem Fall in der Richtung der Vertikalen entgegenwirken; dieses erreicht es durch eine Arbeit, die hier kurz die Vertikalkomponente (E) genannt werden mag; sodann stellt die entgegenstehende Luft der Fortbewegung in der Horizontalen ein Hinderniss entgegen; die Ueberwindung dieses Hindernisses erfordert den Aufwand einer zweiten Menge von Arbeit; wir nennen sie hier die Horizontalkomponente (J) und es ist also die gesammte Arbeit des Flugthieres beim Horizontalfluge (A)

$$A = E + J.$$

Denkt man sich nun zwei geometrisch ähnlich gebaute Thiere von verschiedener Grösse mit gleicher Geschwindigkeit horizontal fliegend, so wird bei denselben die Vertikalkomponente die Horizontalkomponente und die gesammte Arbeit in verschiedenem Verhältnisse sich ändern.

Für die Grösse der Vertikalkomponente gelten folgende einfache Beziehungen.

Soll ein Vogel schweben, so muss sein:

$$P = k \, . f e^2;$$

hierbei bezeichnet

P das Gewicht des Vogels,

k eine von der Dichtigkeit der Luft, sowie der Form der Flächen abhängige Konstante,

f die Grösse der Flügelflächen,

e die Geschwindigkeit des senkrecht von unten wirkenden Luftstroms.

Für den grösseren Vogel, dessen Lineardimension im Verhältnisse λ zugenommen hat, ist demgemäss

$$P \lambda^3 = k \, . f \lambda^2 \, . \, e_1^2.$$

Es ist also $\quad P : P\lambda^3 = k f e^2 : k f \lambda^2 e_1^2; \; e_1 = e \, \lambda^{1/2},$

d. h. der grössere Vogel hat zum Schweben einen im Verhältnisse $\lambda^{1/2}$ schnelleren Luftstrom nöthig, als der kleine.

Hieraus folgt, dass die zum Schweben nöthige Arbeit beim kleinen Vogel beträgt

$$E = k f e^3,$$

beim grösseren dagegen ist:

$$E_1 = k \, . f \lambda^2 \, . \, e^3 \, . \, \lambda^{3/2};$$

es ist also

$$E : E_1 = k f e^3 : k \, . f \lambda^2 e^3 \lambda^{3/2} = 1 : \lambda^{7/2},$$

d. h. der grössere Vogel hat, verglichen mit dem kleineren, für das Schweben eine im Verhältnisse $\lambda^{7/2}$ grössere Arbeit zu verrichten, während sein Gewicht nur im Verhältnisse λ^3 wächst.

Ganz anders stellt sich die Frage für die Horizontalkomponente.

Der Widerstand, der hier zu überwinden ist, beträgt beim kleinen Vogel $\quad W = k \, . f \, . \, i^2,$

wenn i bezeichnet die Geschwindigkeit des Thieres in der Horizontalrichtung. Für den grösseren Vogel ist dann, da i denselben Werth wie bei kleinen haben soll, $\quad W_1 = k \, . f \lambda^2 \, . \, i^2.$

Es ist demgemäss die Horizontalkomponente

$$J = k f i^3; \; J_1 = k f \lambda^2 i^3, \text{ folglich}$$

$$J : J_1 = k f i^3 : k \, . f \lambda^2 \, . \, i^3 = 1 : \lambda^2.$$

Es wird somit für das fliegende Thier die zur Fortbewegung in der Horizontalen nöthige Arbeit (wenn wir von der Vertikalarbeit ganz absehen) verhältnissmässig um so geringer, je grösser es ist; und es gelten hier in der That genau dieselben Verhältnisse, wie für die Schiffe. Auch bei diesen

wird ja, wie allgemein bekannt, die Oekonomie der Fortbewegung bei allen Schiffstypen durch Vergrösserung der Dimensionen begünstigt. Man ist daher im Stande, wenn man für ein Schiff die Geschwindigkeit und den Kohlenkonsum kennt, für jedes andere ähnlich gebaute Schiff zu berechnen, wie schnell es fährt und wie stark der Kohlenkonsum ist. Solche Messungen haben vielfach stattgefunden und eine ausserordentlich genaue Uebereinstimmung zwischen den theoretisch berechneten und den durch Messung festgestellten Zahlen ergeben.

Während also das Gewicht des Flugthieres im Verhältnisse λ^3 zunimmt, wächst die für die Erhaltung in gleicher Höhe erforderliche Arbeit in einem stärkeren Verhältnisse, $\lambda^{7/3}$, die für die Fortbewegung in der Horizontalen erforderliche Arbeit in einem schwächeren Verhältnisse λ^2.

Es giebt demgemäss jedem Werthe von λ entsprechend ein bestimmtes Verhältniss zwischen der Horizontal- und der Vertikalkomponente, für welches die Gesammtarbeit der Bedingung entspricht, welche aus den oben besprochenen Beobachtungen geschlossen worden ist, dass nämlich die vom grösseren Thiere aufgewandte Kraft nur in dem Verhältnisse der Gewichtszunahme die vom kleineren Thiere aufgewandte Kraft übertreffe.

Diese Bedingung heisst:

$$A_1 = A\,\lambda^3.$$

Nennen wir nun das gesuchte Verhältniss, das zwischen der Horizontalarbeit und der Vertikalarbeit besteht, bei dem kleineren Thiere q, bei dem grsseren Thiere ξ, so ist

$$J = q\,.\,E;\;\; J_1 = \xi\,.\,E_1,$$

folglich ist

$$A = E\,(1 + q);\;\; A_1 = E_1\,(1 + \xi),$$

und da

$$E_1 = E\,\lambda^{7/3} \text{ ist, so ist}$$

$$\frac{A}{A_1} = \lambda^{1/3} = \frac{1 + q}{\lambda^{7/3}\,(1 + \xi)}.$$

Hieraus folgt:

$$\lambda^{1/3} = \frac{1 + q}{1 + \xi};$$

$$\xi = \frac{1 + q}{\lambda^{1/3}} - 1;$$

$$q = \lambda^{1/3}\,(\xi + 1) - 1.$$

Je grösser also das Thier wird (je mehr λ sich vergrössert), desto kleiner wird bei demselben das Verhältniss der Horizontalkomponente zur Vertikalkomponente.

Es folgt hieraus für die Flugbewegungen grosser und kleiner Thiere, dass dieselben, je grösser das Thier ist, desto steiler, je kleiner das Thier ist, desto schräger erfolgen müssen.

Dieses Resultat entspricht nun genau den oben gegebenen Beobachtungsthatsachen bezüglich der Verschiedenheiten in den Flugbewegungen kleiner und grosser Vögel.

Wenn ein grosser und ein kleiner Vogel mit relativ gleicher Kraft-

anstrengung und gleicher Geschwindigkeit neben einander herfliegen, so muss der grössere, dessen Vertikalkomponente einen sehr viel grösseren Werth hat, als die Horizontalkomponente, seine Flügel so bewegen, dass die Flügel hauptsächlich nach unten wirken, dass also die Resultante der Schlagbewegung sehr steil liegt. Der kleine Vogel dagegen muss seine Flügel hauptsächlich in der Richtung nach hinten wirken lassen und die Resultante der Schlagbewegung wird demgemäss sehr schräg gerichtet sein müssen; je kleiner das Thier ist, desto mehr muss sich die Richtung des Schlages der Horizontalen nähern.

Wie die Verschiedenheiten in der Richtung der Flügelschläge, so stehen auch die über die Schnelligkeit des Steigens resp. des Herabstürzens grosser und kleiner Thiere mit der Theorie in guter Uebereinstimmung.

Verändert der Vogel die Richtung, in der er seine Flügelschläge führt, so wird bei gleichem relativen Kraftaufwande, wenn weniger Arbeit auf die Vorwärtsbewegung verwendet wird, eine grössere Kraft für die Vertikalbewegung disponibel. Wird die gesammte Kraft auf die Vertikalarbeit, das Steigen, verwendet, so wird für den kleineren Vogel der Effekt

$$H = J = k f i^3.$$

Es wird also $(W + P)\, h = k f i^3$, wenn W den Widerstand, den die Luft dem Aufsteigen entgegenstellt, bezeichnet.

Für den grösseren Vogel ist dann

$$H_1 = J_1 = k f \,.\, \lambda^2 \,.\, i^3$$

$$(W \lambda^2 + P \lambda^3)\, h_1 = k f \lambda^2 i^3; \quad W + P\lambda = k f i^3$$

es ist also
$$\frac{h_1}{h} = \frac{P + W}{\lambda P + W.}$$

Hieraus ergiebt sich also, dass ein Thier, je kleiner es ist, desto rascher steigt; die grösste erreichbare Schnelligkeit beim Aufsteigen ist wie die Formel

$$\frac{h}{h_1} = \frac{\lambda P + W}{P + W}$$

zeigt, wenn man abstrahirt von dem Widerstande W, den die Luft dem Aufsteigen entgegenstellt, umgekehrt proportional der Linearvergrösserung ähnlicher Thiere; es ist dieses ein Ergebniss, welches mit den Beobachtungen über das Verhalten der Thiere in gutem Einklange steht.

Beim Falle aus der Höhe dagegen erfolgt die Bewegung des grossen Thieres in dem Verhältnisse $\lambda^{1/2}$ schneller, als die des kleinen.

Da, wie oben erwähnt, die zum Erhalte in der Horizontalen nothwendige Kraft beim kleinen Vogel $E = k f e^3$,

beim grossen dagegen $E_1 = E \lambda^{7/2} = k f \lambda^2 e^3$,

so ist $\frac{e_1{}^3}{e^3} = \lambda^{3/2}$, es ist demgemäss $\frac{e}{e}\,. = \lambda^{1/2}$.

Anmerkung der Redaktion. Diese Abhandlung ist zuerst erschienen in E. Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie Band XXXVI. Der Abdruck in unserer Zeitschrift ist mit Bewilligung des Verfassers geschehen.

Ueber ein mechanisches Princip der Gravitation.

Von **Wilhelm Bosse.**

Das Flugproblem, wie es unseren physischen Wahrnehmungen und anderweitigen darauf Bezug habenden Erkenntnissen entgegentritt, scheint in einem gewissen Widerspruche mit unserer historisch und auch praktisch vielseitig begründeten mechanischen Anschauungsweise zu bestehen.

In meinen Bestrebungen nun, diesem scheinbaren Zwiespalt der Natur, oder vielleicht besser gesagt, unseres menschlichen Begriffsvermögens auf die Spur zu kommen, bin ich inzwischen zu mancherlei interessanten Ergebnissen gelangt, die zwar zum Theil heute noch der präzis umschreibenden Formulirung entbehren müssen, aber trotzdem anregend genug sind, um sich des Weiteren mit ihnen zu befassen.

So z. B. habe ich mich möglichst eingehend mit dem für die Luftschifffahrt so wichtigen Faktor, dem Kraftbegriff, beschäftigt, und dabei gefunden, dass derselbe, obwohl wissenschaftlich nach allen Dimensionen genau bemessen, dennoch in gewisser Beziehung ein dunkler Punkt ist. Vollkommen erfahrungsgemäss wissen wir nur, dass Kraft allemal dort auftritt, wo Masse im Zustande der Bewegung ist, gleichviel ob es sich dabei um eine gemeinsame Bewegung von Ort zu Ort oder um eine molekulare Umsetzung der Masse in eine andere Erscheinungsform handelt; die Bewegung scheint zweifellos ein wesentlicher Bestandtheil der Kraft zu sein, denn umgekehrt sind wir nicht im Stande, eine Kraft ohne Bewegung von Massen zu produziren. Nun besagt jedoch ein spezieller Glaubensartikel selbst unserer modernen Mechanik, dass gegenüberstehende Massen sich gegenseitig gewisse Bewegungszuwüchse ertheilen u. s. w., eine Hypothese, die offenbar mit den übrigen Prinzipien der Mechanik in einigem Widerspruche steht, wie dies wohl auch schon wiederholt geltend gemacht worden ist. Man hilft sich zwar formell über dies Zugeständniss hinaus, indem man absichtlich nicht nach der Ursache fragt, wie die Sache zu Stande kommt, sondern ausschliesslich mit der Thatsache rechnet, wie sie uns in der Gravitation entgegentritt, wobei mit letzterem Worte eben die unbekannte Ursache bezeichnet werden soll.

Ich habe nun einen Weg eingeschlagen, der mich alsbald zu einem höchst überraschenden Resultat geführt hat. Sind wir erst einmal auf Grund sorgfältiger Prüfungen zu der Erkenntniss gelangt, dass ohne Bewegung von Massen eine Kraftäusserung nicht gut denkbar ist, so wird auch wohl die Umkehrung des Satzes seine Gültigkeit haben, dass jeder Kraftäusserung irgendwelche Bewegungsvorgänge zu Grunde liegen müssen, und so kommen wir zu dem Schlusse, dass z. B. die Gravitation unseres Erdballes ebenfalls auf bestimmte Bewegungen seiner Masse zurückzuführen ist.

Thatsächlich wissen wir ja auch, dass sich die Erde zum Mindesten in einer zweifachen Bewegung befindet, indem sie sich einerseits um ihre eigene Achse und andererseits zugleich um die Sonne bewegt; es fragt sich

nur, wie sich aus dieser Doppelbewegung die Gravitation nach dem Mittelpunkte der Erde ergeben soll.

In Anbetracht dieser absonderlichen Situation hat sich mir unwillkürlich der Gedanke aufgedrängt, dass die physikalische Seite der Mechanik mit deren mathematischer Entwickelung wohl nicht ganz gleichen Schritt gehalten haben könne. und dass die erstere durch die Erfolge der letzteren im Verlaufe der letzten Jahrhunderte vielleicht etwas zu sehr in den Hintergrund gedrängt worden sei. Mit dieser Bemerkung ist uns zwar im vorliegenden Falle wenig gedient, aber sie mag immerhin als bescheidenes Memento Erwähnung verdienen, wo uns unsere mathematische Erfahrung den Thatsachen gegenüber den Dienst versagt.

Als einen wesentlichen Umstand für die Annahme, dass wir in der mehrfachen Bewegungsart der Erde die Ursache ihrer Gravitationskraft nach dem Centrum zu suchen haben, muss ich zunächst daran erinnern, dass die Rotationsgeschwindigkeit irgend eines Punktes an ihrer festen Oberfläche in runder Zahl mindestens 64 mal geringer ist, als jene Geschwindigkeit, mit welcher sich ihre Gesammtmasse auf der Sonnenbahn fortbewegt. Daraus ergiebt sich unter Berücksichtigung der schrägen Achsenstellung der Erde, dsss die Grösse der absoluten Bewegung eines jeden Punktes auf und in der Erde nicht allein in jedem Momente variirt, sondern auch in jedem Momente für alle Punkte verschieden ist; des Weiteren erkennen wir hieraus, dass die Differenzen in den verschiedenen absoluten Bewegungsgrössen nach dem Mittelpunkte zu abnehmen und in letzterem selbst vollständig verschwinden.

Wir können uns die hier bezeichneten Vorgänge vereinfacht leichter vorstellen, wenn wir uns eine aufrecht stehende Scheibe denken, welche an ihrer Peripherie mit einer Geschwindigkeit $1 \frac{M}{S}$ von links nach rechts rotirt, und gleichzeitig mit einer Geschwindigkeit $64 \frac{M}{S}$ von links nach rechts horizontal fortgetrieben wird. Betrachten wir diese so bewegte Scheibe durch ein aufrecht stehendes Fadenkreuz, wobei der Mittelpunkt des letzteren den Mittelpunkt der Scheibe deckt, so finden wir, dass die absolute Bewegung sämmtlicher Punkte der oberen Scheibenhälfte grösser, und diejenige der unteren Hälfte kleiner ist, als die der Punkte auf der horizontalen Scheidelinie; ebenso finden wir auch, dass die Beschleunigung der absoluten Bewegung in der linken Hälfte der Scheibe von unten nach oben zunimmt, während dieselbe in der rechten Hälfte der Scheibe von oben nach unten zu abnimmt; die Differenzen der absoluten Bewegungsgrössen zwischen den verschiedenen Punkten der Scheibe verringern sich gegen den Mittelpunkt zu. Verfolgen wir nun die Linie, welche irgend ein Punkt der Scheibe mit Ausnahme des Mittelpunktes beschreibt, so stellt sich dieselbe als eine mehr oder minder gestreckte Wellenlinie dar, bei welcher die Berge immer etwas

breiter oder gestreckter ausfallen, als die Thäler, weil die obere Hälfte der Rotationsbewegung in horizontaler Richtung um eine Durchmesserlänge vorschreitet, während die untere Hälfte um die gleiche Länge zurückbleibt.

Wenn wir uns nun die Gesammtmasse der Scheibe frei von jeder anderweitigen Krafteinwirkung vorstellen, so können wir uns jetzt einen Begriff bilden, wie an derselben eine Gravitationswirkung nach dem Centrum hin zu Stande kommt. Wir sehen, dass die hauptsächlichste und bei weitem grössere Bewegung der gesammten Masse in der horizontalen Richtung von links nach rechts liegt (ich möchte diese Bewegung als die eigentliche Gravitation der Masse bezeichnen); eine zweite bei Weitem schwächere Bewegung (die Rotation), welche sich der Hauptbewegung gegenüber fortwährend in eine zweifache, nach oben und unten gerichtete Bewegung theilt und im Centrum ihren gegenseitigen materiellen Stützpunkt findet, drängt die Massentheile von ihrer geradelinigen horizontalen Bahn oberhalb und unterhalb der horizontalen Mittelpunktslinie ab, woraus sich die stets wechselnden Beschleunigungen und Verzögerungen der einzelnen Massentheile ergeben, die in Folge dessen eine gegenseitige Druckwirkung auf einander ausüben müssen. Fiele nun die stärkere Horizontalbewegung weg, so würde der Druck nach aussen gerichtet sein, und die Massentheile würden in dieser Richtung auseinanderstreben; da jedoch die horizontale Bewegung der Massen die stärkere ist, d. h. gegen die Verschiebung der Massentheile reagirt, und die Verschiebungen ohnedies nach dem Mittelpunkte zu stets kleiner werden, so muss hieraus ein Druck gegen das Centrum resultiren, der um so stärker wird, je grösser die Differenz der beiden Bewegungen ist.

Obwohl ich mir nach den obigen Angaben eine hinreichend klare Vorstellung von dem in Rede stehenden Vorgange machen kann, so muss ich im Hinblick auf den traditionellen Entwickelungsgang der Mechanik dennoch die Befürchtung aussprechen, dass meine Erklärung wahrscheinlich noch auf manche Zweifel stossen, und dass es sicher noch einiger Erörterungen bedürfen wird, bis dieselbe formell soweit entwickelt ist, dass sie sich leicht in den Rahmen der bestehenden Wissenschaft einfügen lässt. Dass dies ohne wesentliche Verstösse gegen anerkannte Prinzipien möglich ist, lässt sich heute bereits absehen; nicht abzusehen hingegen dürfte die Förderung anderweitiger verwandter Disciplinen sein, wie z. B. die der Wärme, des Lichtes, der Elektrizität etc., sobald wir einmal in der Lage sind, dem Gesetze der Gravitation eine bewusste mechanische Grundlage geben zu können.

Man wird mir nun zwar entgegnen, dass die Anziehungskraft der Massen eine Thatsache, und dass dieselbe, sofern ich recht unterrichtet bin, von Cavendish experimentell nachgewiesen worden sei.

Darauf kann ich nur erwidern, dass ein solches Experiment, auf unserer Erdoberfläche vorgenommen, geradezu auf Grund des von mir angegebenen Prinzipes sehr wohl gelingen kann, denn wenn zwei auf einer Kugelfläche gelegene Punkte das Bestreben haben, sich dem Mittelpunkte der Kugel zu

nähern, so liegt in der betreffenden Bewegung schon eine Kraftkomponente, mittelst deren sie sich auch einander nähern müssen.

Es ist übrigens auch gar nicht ausgeschlossen, dass der Beweis für das neue Prinzip auch auf dem Wege des Experimentes gelingen dürfte, und möchte ich zu diesem Versuche einen Vorschlag machen, der zwar auf einige Schwierigkeiten stossen wird, welche jedoch keineswegs unüberwindlich erscheinen.

Es wäre nämlich ein Apparat zu konstruiren, an welchem ein auf einer Achse befestigtes Röhrenpaar mittelst eines Federwerkes in eine gleichmässige Rotation von solcher Geschwindigkeit gesetzt würde, dass, wenn die Röhren zu einem Theil mit Wasser gefüllt werden, das letztere centrifugirend gegen die äusseren Enden der Röhren getrieben und hier festgehalten wird. Die Füllung der Röhren müsste erst während der Rotation vom Centrum aus erfolgen und die Zuführungsöffnung sodann geöffnet bleiben. Lässt man nun den in Rotation befindlichen Apparat in der Weise, wie bei einer Fallmaschine, von einer allerdings ziemlich beträchtlichen Höhe herabfallen, damit die Fallgeschwindigkeit wesentlich grösser werden kann, als die Rotationsgeschwindigkeit der beiden äusseren Röhrenenden, so wird das Wasser gegen die Achse zu getrieben und hier während des Fallens ausfliessen, die Röhren also geleert zu Boden gelangen, vorausgesetzt allerdings, dass man auch der Zertrümmerung des Apparates genügend vorgebeugt hat.

Dies wäre in ihren wesentlichsten Erfordernissen die nächste Idee eines Experimentes, die sich natürlich noch mannichfach variiren liesse. Zu bemerken ist hierbei wohl noch, dass man auf diese Weise freilich keine besonders intensive Kraftwirkung erzielen kann, weil selbst eine ziemlich lange Fallbahn in Folge des steigenden Luftwiderstandes eine beträchtliche Differenz in den beiderseitigen Bewegungen nicht aufkommen lassen wird.

Wie schwierig es in der That ist, sich die mathematische Anordnung unseres Weltsystems auf Grundlage des Gravitationsprinzipes vorzustellen, mag folgendes Experiment darlegen, dass Jeder sich leicht in Gedanken zusammenstellen und danach urtheilen kann.

Man denke sich mehrere Magnete, von denen jeder im Stande ist, ein bestimmtes Eisenstück auf eine gewisse Entfernung vertikal aufwärts anzuziehen, derart gegen einander plazirt, dass deren Verbindungslinien einen regelmässigen Raum einschliessen, dessen Mittelpunkt jener gegebenen Anziehungskraft entspricht. Nun bringe man das Eisenstück, dessen Schwere seine eigene Bewegung repräsentirt, in jenen Punkt des magnetischen Raumes, wo dasselbe in Folge der Einwirkung der mehrfachen Kräfte schwebend erhalten wird. — Das Experiment wird damit enden, dass das Eisenstück von einem der Magneten angezogen wird oder, seiner eigenen Bewegung folgend, zu Boden fällt, aber zum ruhigen Schweben innerhalb der anziehenden Kräfte wird man's nicht bringen. Der Fall des Schwebens ist zwar keineswegs undenkbar oder unmöglich, aber doch so unendlich unwahrscheinlich, dass ich auf einen so komplizirten und difficilen Gleichgewichtszustand keine Welt-

ordnung aufbauen möchte, weil man in jedem Moment gewärtig sein müsste, dass irgend eine Anziehungsrichtung das Uebergewicht gewinnen und ein paar Sterne aufeinander losstürzen könnten; hierdurch würde natürlich auch das Gleichgewicht der übrigen Weltkörper irritirt und das Chaos unvermeidlich.

Es dürfte sich nun gewiss der Mühe verlohnen und von nicht geringem Interesse sein, die weiteren Konsequenzen des hier dargelegten Prinzipes in Bezug auf unser Planetensystem zu ziehen; aber so reich an lebendiger Erkenntniss und präziser Gestaltung der Dinge sich die Behandlung dieses Gegenstandes unter der neuen Anschauungsweise erweisen dürfte, so scheint es mir dennoch rathsam, vorläufig nur den rein terrestrischen Ausgangspunkt im Auge zu behalten; erst wenn die Anwendung des neuen Prinzipes auf unsere irdischen Verhältnisse zur Genüge anerkannt und begründet ist, dann wird es auch gewiss berufen sein, uns als ein sicherer Führer in dem Reiche der Sphären zu dienen.

Wien, 25. Oktober 1885.

Bemerkungen über das Aluminium.

Von **R. Mewes.**

In der Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt ist bereits öfter auf die Bedeutung des Aluminiums für die Luftschifffahrt hingewiesen worden, indessen noch niemals ein eingehender Aufsatz über die Auffindung, das Vorkommen, die Eigenschaften und die Darstellung dieses wichtigen Metalles geliefert worden. Diese fühlbare Lücke nach Möglichkeit auszufüllen, möge die Aufgabe folgender Bemerkungen sein.

Das Verdienst, das Aluminium zuerst entdeckt und dessen chemische und physikalische Eigenschaften bestimmt zu haben, dies Verdienst kann einzig und allein für Wöhler in Anspruch genommen werden. Wöhler erhielt nämlich im Jahre 1827 das Aluminium durch Zersetzung des Chloraluminiums mit Kalium bei gelinder Glühhitze; das Metall schied sich dabei als graues Metallpulver ab, das beim Reiben mit dem Polirstabe Metallglanz annahm. Da jedoch auf diesem Wege nur äusserst geringe Mengen des Metalles gewonnen wurden und auch diese noch nicht ganz gesondert vom Chloraluminium, so konnten nur die allgemeinsten und hervorstechendsten Eigenschaften des Metalles ermittelt werden. Besser und genauer hingegen gelang dies im Jahre 1845, als Wöhler die früheren Untersuchungen wieder aufnahm. Um die Heftigkeit der Reaktion etwas zu mildern, ordnete er dieses Mal den Versuch in der Weise an, dass er die Dämpfe des Chloraluminiums über erhitztes Kalium leitete. Auf diese Weise erhielt er Metallkügelchen von Stecknadelknopfgrösse und silberartigem Glanze, die sich hämmern liessen und dehnbar waren. Das specifische Gewicht fand Wöhler im gewöhnlichen Zustande = 2,5, während es durch Hämmern auf 2,67 sich erhöhte. — Die allgemeine Anwendbarkeit dieses neuen Metalles

erkannte dagegen mit richtigem Blick erst im Jahre 1854 der französische Chemiker H. Sainte-Claire Deville, der übrigens dasselbe gleichfalls selbständig entdeckt haben wollte. In demselben Jahre wurde es von Bunsen auf elektrolytischem Wege abgeschieden und in dem folgenden Jahre 1855 von H. Rose aus Kryolith dargestellt. Inzwischen gelang es Deville mittelst der Hülfsmittel, welche ihm anfangs die Pariser Akademie, später der Kaiser Napoleon III. selbst in noch höherem Maasse zur Verfügung stellte, einige Kilogramm des Metalles herzustellen, welche er im Jahre 1855 auf der Pariser Weltausstellung ausstellte. Eine werthvolle und gerade hier bemerkenswerthe Nebenfrucht seiner Bemühungen war die billigere Gewinnung des Natriums, dessen Preis durch ihn von 180 Mk. auf 18 Mk. verringert wurde. Dieser Erfolg ermuthigte ihn so sehr in seinem Streben, dass er nicht eher ruhte, als bis die Aluminiumgewinnung fabrikmässig betrieben wurde. Im Verein mit den Brüdern Rousseau, welche in La Glacière bei Paris eine chemische Fabrik besassen, erreichte er es, dass der anfängliche Preis von 1000 Fr. pro Kilogramm bald auf 300, ja schliesslich auf 200 Fr. ermässigt werden konnte. Bereits im Jahre 1862 sank der Preis bis auf seinen jetzigen Stand, nämlich bis auf 130 Fr. pro Kilogramm. Soviel mir bekannt ist, sind nur in Frankreich und England je zwei Aluminiumfabriken, die ersteren zu Nanterre im Departement du Gard und zu Amfreville-la-mi-Voi bei Rouen, die letzteren zu Battersea bei London und zu Newcastle-on-Tyne, gegründet worden, während Deutschland bisher wenigstens eine solche Fabrik nicht besessen hat. Indessen dürfte nunmehr Deutschland, wie neuerdings in vielen anderen Gebieten der Technik und Industrie, so auch hier den beiden Vorgängern den Rang ablaufen, wenn sich bewahrheiten wird, dass eine Aluminiumfabrik in Berlin gebaut wird, welche auf elektrolytischem Wege das Metall bedeutend billiger liefern kann, als dies nach dem alten Verfahren möglich ist. Die Nachricht, welche vor etwa zwei Jahren durch die Presse ging, dass bei Hannover eine Aluminiumfabrik gebaut werden solle, scheint sich nicht erfüllt zu haben; man hat wenigstens noch nichts wieder darüber in den Zeitungen gelesen. Die Aluminiumfabrikation steht also auch heute noch auf demselben Standpunkte als vor etwa 20 Jahren und hat noch keinen wesentlichen Fortschritt gemacht, wenn man die neuerdings geplante Gewinnung mittelst der Elektrolyse unberücksichtigt lässt. Und doch lassen die guten Eigenschaften dieses Metalls sowohl als auch der Umstand, dass es in ausserordentlich grossen Mengen in der Erdrinde enthalten ist, es als sehr wünschenswerth und vortheilhaft erscheinen, dass dies Metall durch ein billiges Herstellungsverfahren der Menschheit möglichst schnell nutzbar gemacht würde.

Das Aluminium bildet nämlich etwa $^1/_{12}$ der Erdrinde, während Eisen nur $^1/_{48}$ derselben ausmacht, und zwar kommt es hauptsächlich in Verbindung mit Sauerstoff als Thonerde $Al_2 O_3$ in ungeheuren Quantitäten in den Gesteinsmassen der Erdrinde und deren Verwitterungsprodukten vor. Im Thon und Lehm bildet das Aluminium als kieselsaure Thonerde einen

nicht unbedeutenden Bestandtheil; der beste Porzellanthon, das Kaolin, hat ja die chemische Zusammensetzung $H_2\ Al_2\ Si_2\ O_8 + aq.$ Ferner kommt das Aluminium in Verbindung mit Fluor als Fluoraluminium im Kryolith, der namentlich in Grönland ein mächtiges Lager bildet, auch noch in grösserer Menge vor. Die übrigen Mineralien, welche noch Aluminium enthalten, sind seltener und brauchen daher hier nicht erwähnt zu werden.

Die wesentlichen Eigenschaften des Aluminiums schildert von Gorup-Besanez mit kurzen, treffenden Worten in seinem Lehrbuch der Chemie, wie folgt: „Silberweisses Metall mit etwas bläulichem Schein, von starkem Metallglanze und schönem Silberklange. Ist ductil und hämmerbar; lässt sich zu den feinsten Drähten ausziehen, zu Blech aushämmern und walzen und feilen. Das Aluminium besitzt etwa die Härte des reinen Silbers, und wird durch Hämmern elastischer. Sein spezifisches Gewicht, = 2,56, wird durch Hämmern auf 2,67 erhöht. Die Elektrizität leitet es achtmal besser als Eisen. Es schmilzt in der Rothglühhitze etwas leichter als Silber und erstarrt beim Erkalten krystallinisch. Das Aluminium oxydirt sich an der Luft weder bei gewöhnlicher Temperatur, noch beim Glühen, ja selbst im Sauerstoffgas oxydirt es sich nur oberflächlich. Im kompakten Zustande zersetzt es das Wasser selbst nicht bei Glühhitze; im fein vertheilten Zustande dagegen, als Pulver abgeschieden, zersetzt es das Wasser bei 100° C., wenngleich sehr langsam. Von verdünnten Säuren wird das Aluminium nur wenig angegriffen, mit Ausnahme der Chlorwasserstoffsäure, worin es sich leicht unter Wasserstoffgasentwickelung auflöst. Auch in konzentrirter Salpetersäure löst es sich allmählich auf. In kaustischen Alkalien ist es unter Wasserstoffgasentwickelung löslich. Mit verschiedenen anderen Metallen vereinigt sich das Aluminium zu Legirungen von bemerkenswerthen Eigenschaften."

Besonders zu erwähnen ist die Kupferbronze, welche 10 pCt. Aluminium enthält und als Kanonenmetall verwerthet wird.*) Dem Vorstehenden habe ich nur noch Einzelnes hinzuzufügen. Nach Karmarsch steht die Zugfestigkeit des Aluminiums etwa in der Mitte zwischen Zink und Zinn, ein Draht von einem Quadratmillimeter Querschnitt zerreisst nämlich erst bei einer Belastung von 11,5 Kilogramm, während Zink bei 14 Kilogramm, Zinn bei 3,85 Kilogramm zerreisst. Die Zerreissungsgewichte, welche von Burg fand, sind: für gegossenes Aluminium 10,97 Kilogramm, für kalt gehämmertes 20,275 Kilogramm, für umgegossenes und kalt gehämmertes 13,64 Kilogramm; die Festigkeit des Metalles nimmt also durch mechanische Bearbeitung nicht wenig zu. Die Festigkeit des kalt gehämmerten ist nahezu gleich der des gehämmerten Kupfers, das Metall also sehr wohl geeignet zur technischen Verwerthung für Geräthe und Bauzwecke. In letzterer Hinsicht verweise ich auf den diesbezüglichen, in der Zeitschrift des Vereins früher veröffentlichten Ausspruch Weber's, in ersterer auf Winkler's Versuche über die Widerstandsfähigkeit des Aluminiums gegen

*) Die Anwendung zu Schmucksachen dürfte auch bemerkenswerth sein. D. Red.

äussere Einflüsse in der D. Ind.-Z. 1877 p. 64. Winkler liess neusilberne, silberne und Aluminiumlöffel gleichmässig gebrauchen und fand, dass die ersteren am schnellsten die Farbe verloren und durch den Gebrauch sich abnutzten, dass die Aluminiumlöffel, wenn man von dem früheren Verschwinden der glänzenden Farbe durch Oxydation absieht, den silbernen Löffeln an Dauerhaftigkeit sehr nahe kamen. Das Verhältniss der Abnutzungsgrade des Silbers, Aluminiums und Neusilbers ist 1 : 1,56 : 2,49.

Aber trotz der grossen Anwendungsfähigkeit dieses Metalles hat die Aluminiumgewinnung, wie bereits oben erwähnt wurde, seit 20 Jahren keinen Fortschritt gemacht, ja man arbeitet sogar jetzt noch im Prinzip nach derselben Methode, welche Wöhler im Jahre 1827 anwandte. Nur durch die bedeutende Preisermässigung des Natriums, welche man Deville verdankt, konnte die Darstellung des Aluminiums fabrikmässig betrieben und konnten grössere Quantitäten desselben in den Handel gebracht werden, jetzt etwa 2000 Kilogramm jährlich von den noch bestehenden vier Fabriken. Soll jedoch dem Aluminium die ihm gebührende Stellung als Gebrauchsartikel im gewöhnlichen Leben werden, so muss die Darstellungsmethode desselben gegen früher sehr bedeutend vereinfacht werden und müssen zweitens die nöthigen Materialien um vieles billiger werden, denn sonst wird es nur als Luxusartikel verwendbar bleiben und nicht im Stande sein, eine neue Industrie von grosser Tragweite hervorzurufen, wie bereits Deville bei der Begründung der Aluminiumfabrikation erwartete. Das Aufblühen dieses wichtigen Industriezweiges hängt allein von dem Kostenpunkt der Aluminiumdarstellung ab. Die sämmtlichen Darstellungsmethoden, welche in Muspratt's Handbuch der Technologie aufgeführt sind und rein chemischen Charakter zeigen, haben, abgesehen von der jetzt gebräuchlichen, wenig praktischen Werth, denn keine einzige der vielen patentirten oder in wissenschaftlichen Zeitschriften vorgeschlagenen Gewinnungsmethoden hat sich Eingang in die Praxis verschaffen können. Anstatt dieselben daher hier darzustellen, dürfte es vortheilhafter sein, den Kostenpunkt als ersten Gesichtspunkt für die Kritik der beiden nur noch in Betracht kommenden Darstellungsweisen zu benutzen.

Nach der bisher gebräuchlichen Methode wurden für 1 Kilogramm Aluminium folgende Materialien gebraucht zu nebenstehenden Preisen:

Natrium . .	3,44 Kilogr.	(1 Kilogr. zu 11,32 Fr.)	38 Fr. 90 Cent.
Doppelchlorid .	10,04 „	(1 „ „ 2,48 Fr.)	24 Fr. 90 Cent.
Kryolith . .	3,87 „	(100 „ „ 61,00 Fr.)	2 Fr. 36 Cent.
Kohle . . .	29,17 „	(100 „ „ 1,40 Fr.)	— Fr. 41 Cent.
		Lohn	1 Fr. 80 Cent.
		Unterhaltungskosten	— Fr. 80 Cent.
also im Ganzen für 1 Kilogr. Aluminium			69 Fr. 25 Cent.

Die beiden Stoffe, welche die Darstellung so theuer machen, sind das Natrium und das Doppelchlorid. Da nach dem jetzigen Stande der Chemie durch chemische Vorgänge keine bemerkenswerthe Preisermässigung dieser beiden Chemikalien zu hoffen steht, so kann man nicht umhin, der Ansicht

beizutreten, dass auf rein chemischem Wege eine erheblich billigere Methode, das Aluminium zu erhalten, sich nicht auffinden lassen dürfte.

Es bleibt also nur noch das elektrolytische Verfahren zu berücksichtigen, das in der wissenschaftlichen Chemie bereits hohe Geltung erlangt hat. Diese Methode soll nun, wie mir Herr Dr. Jeserich oder Herr Baron vom Hagen mittheilte, in einer in Berlin zu erbauenden Fabrik zur Darstellung des Aluminiums, Magnesiums und Kaliums in grossem Maassstabe praktisch verwerthet werden. Zur elektrolytischen Zersetzung soll der Induktionsstrom benutzt werden und mittelst desselben täglich circa 5 Ctr. Metall gewonnen werden können. Indessen kann ich für die Richtigkeit dieser Angaben nicht eintreten, halte es darum für nöthig, diese Darstellungsweise einer genauen Kritik zu unterwerfen. — Ich gehe zunächst von der Benutzung galvanischer Batterien aus, da dann die Uebertragung der dafür gefundenen Resultate auf den Induktionsstrom nicht schwer ist. — Da die physikalischen Lehrbücher in der Regel keine Angaben darüber enthalten, wieviel Materialien bei der Erzeugung galvanischer Ströme verbraucht werden, so werde ich in diesem Falle die Angaben benutzen, welche Herr Dr. Jeserich im XII. Heft des II. Jahrganges dieser Zeitschrift gelegentlich der Besprechung der elektrolytischen Wasserstoffentwickelung gegeben hat. Es heisst a. a. O. auf Seite 372: „Ueber elektrolytische Gasentwickelung geben folgende Zahlen Aufschluss:

Elektrische Batterien:

Meidinger: 15 cm hohe, 10 cm breite Glasbecher,			4 Elemente: 20 Mk.
7,5 cm „ 9,5 cm „ Zinkzylinder,			jährliche Unkosten:
16,5 cm „ 6,0 cm „ Kupferzylinder			25 l. $CuSO_4$ = 10 Mk.
1 Tag	30 ccm Knallgas per Stunde	= 20 ccm H	8 Zn Zylind. = 8 „
2. u. folg. Tage	90 ccm „ „ „	= 60 ccm H	4 Cu Zylind. = 18 „
im besten Falle	150 ccm „ „ „	= 100 ccm H	

(Schluss folgt.)

Versuche mit Brieftauben bei einer Luftreise.

Von Lieutenant **Freiherr vom Hagen.**

Erinnern wir uns an unseren glorreichen Feldzug 1870/71 und die schliessliche Einnahme der Weltstadt Paris, so schwebt uns gewissermassen der Luftballon entgegen und sehen wir die armen abgehungerten Brieftauben, welche dort zur Verbindung nach aussen hin benutzt wurden, bei sehr starker Kälte durch die Luft fliegen. Kein Wunder, dass der Erfolg, welchen die Franzosen damals mit ihren Brieftauben hatten, kein grosser war.

Im Ganzen haben Paris während der Belagerung per Ballon 363 Tauben verlassen und sind nur 57 zurückgekehrt. Trotz der Kälte, Nebel und schlechtem Futter der Thiere ein recht klägliches Resultat, denn ob die Tauben per Bahn oder per Ballon an einen bestimmten Ort befördert werden, ist doch ziemlich gleichgültig, da die Thiere immer erst losgelassen

wurden, nachdem der Ballon gelandet hatte, also wie gewöhnlich, von der Erde aus.

Versuche, um Tauben vom Ballon direkt aus fliegen zu lassen, sind eigentlich nur selten gemacht worden. Von welcher grossen Wichtigkeit dies ist, kann man einfach daraus entnehmen, wenn man bei einer freien Fahrt per Ballon feindliche Stellungen, Festungen oder dergleichen übersieht und nun sofort eine Taube mit der nöthigen Meldung loslässt.

Zu meiner Ballon-Fahrt Mitte Juli d. J. waren mir in liebenswürdigster Weise vom Brieftauben-Liebhaber-Verein „Pfeil" in Berlin neun Tauben zur Verfügung gestellt worden. Diese Tauben waren in zwei Körbchen untergebracht und zwar in dem grösseren sechs, in dem kleineren drei. Die Abfahrt erfolgte früh 9 Uhr von der Gasanstalt zu Schöneberg aus. Der Ballon stieg langsam beinahe senkrecht in die Höhe; ich beobachtete die Tauben, welche keinerlei Furcht oder unruhiges Flattern zeigten.

Der Ballon erreichte bald eine Höhe von 9000 Fuss, er trieb bei fast Windstille über Steglitz, Friedenau zur Gasanstalt wieder zurück und wiederholte diesen Bogen zum zweiten Male. Unterdess war es 11 Uhr geworden und in einer Höhe von 6000 Fuss direkt über Schöneberg liess ich die drei Brieftauben des kleineren Korbes fliegen. Zunächst nahm ich eine Taube in die Hand und liess dieselbe in der Richtung auf Berlin los; es flatterte dieselbe in beinahe horizontaler Lage direkt auf ihr Ziel zu.

Die zweite Taube umkreiste einmal im grossen Bogen den Ballon, dabei höher steigend und verschwand gleichfalls nach Berlin. Die dritte Taube ging wie die erste und bemerkte ich hierbei, dass keine der Tauben irgendwie zeigte, dass die dünnere Luft einen Einfluss auf ihr Fliegen hatte.

Direktor Lenzen in Köln hatte mir vor Kurzem mitgetheilt, dass dort Godard auch Brieftauben in seinem Ballon mitgenommen habe, und dass dieselben gleich Bleigewichten heruntergefallen wären, dann erst in der dickeren Luft ihre Schwingen ausgebreitet und zu kreisen begonnen hätten. Diese Beobachtung machte ich nicht; ich hatte in Folge dessen die Absicht, die letzten sechs Tauben in grösserer Höhe abzulassen.

Unterdessen hatte sich ein ganz leichter Wind erhoben, welcher den Ballon gegen Tegel zu trieb. Der Ballon stieg allmählich bis zu einer Höhe von 15 000 Fuss und obwohl einer meiner Mitfahrenden Ohrensausen, Herzklopfen und andere Luftbeschwerdensymptome zeigte, konnte ich an den Tauben keinerlei Unruhe oder dergleichen bemerken. In einer Höhe von 12 000 Fuss über Tegel schwebend um 12½ Uhr liess ich nun die letzten sechs Tauben los und zwar drei wieder einzeln und die drei letzten zu gleicher Zeit.

Da ich gelesen, dass die Tauben ängstlich nicht fort wollen, sondern auf dem Gondelrand sitzen bleiben, so nahm ich eine Taube, setzte sie behutsam auf den Gondelrand, d. h. eigentlich wollte ich sie setzen, denn kaum liess ich die Hand los, als auch die Taube fortflatterte. Die nächste Taube liess ich aus der Gondel in entgegengesetzter Richtung von Berlin,

was ich im Nebel liegen sah, los. Das Thierchen aber beschrieb einen kurzen Bogen und verschwand nach Berlin.

Ebenso ging die letzte dieser drei Tauben. Die allerletzten drei Brieftauben liess ich direkt aus dem Korb abfliegen, indem ich die kleinere Thür öffnete.

Hierbei wollte ich wiederum sehen, ob es wahr, dass die Tauben nicht fort wollen; kaum aber war die Thür geöffnet, als auch die Tauben hinausflogen in direkter Linie auf Berlin zu.

Sämmtliche Tauben sind in ihre Böden zurückgekehrt und zwar schon nach ganz kurzer Zeit; das Wetter war an diesem Tage durchaus nicht gerade schön, da sich unterhalb des Ballons ein Gewitter zusammenzog, welches gegen $^1/_2$3 Uhr über Berlin losbrach. Die Tauben zeigten also bei diesem Versuche Folgendes:

Keine Aengstlichkeit, kein Sitzenbleiben, oder Zurückkommen zum Ballon, sofortiges Erkennen der Richtung, kein Niederfallen, sondern horizontaler Abflug, einmal sogar ein Steigen in grossem Bogen.

Das Wiedereintreffen der Tauben in ihren Böden beweist uns also, von welcher eminenten Wichtigkeit das Ueberbringen von Botschaften aus dem Ballon werden kann und mit welcher Sicherheit dies vermöge vorzüglicher Brieftauben geschehen wird.

Dass die Tauben nicht in grösserer Entfernung losgelassen worden sind, war aus dem Grunde geschehen, um zunächst auszuproben, wie das Verhalten der Tauben aus grosser Höhe sein würde, und bedaure ich nur, am Mittwoch dem 23. September, wo ich in vier Stunden dreissig Meilen weit mit dem Ballon geflogen bin, nicht Tauben mitgenommen zu haben.

(Nach der Zeitschrift „Brieftaube".)

Kohlensäure-Treibapparat für Luftballons.

Das Protokoll der Versammlung des „Bergischen Bezirksvereins des Vereins Deutscher Ingenieure" zu Eberfeld am 12. Februar d. J. enthält aus dem Berichte des Herrn Ingenieurs Herberts „Ueber flüssige Kohlensäure" folgende bemerkenswerthe Aeusserung:

„Für Luftballonbetrieb spiele der Kostenpunkt keine wesentliche Rolle, denn lenkbare Luftballons würden voraussichtlich nur für Kriegszwecke von Bedeutung sein. Man könne daher von einer sparsamen Wiedergewinnung der Kohlensäure ganz absehen; die Leichtigkeit des Apparates sei eine der ersten Bedingungen. Aus diesem Grunde bestehe der Kohlensäure-Treibapparat für Luftballons nur aus einer Kohlensäureflasche, dem mit einer kochenden kohlensauren Natron- oder Aetznatron- bezw. Kalilauge gefüllten und mit einer Schlange versehenen Gefäss und dem Motor. Die Aetznatronlauge, welche die benutzte Kohlensäure absorbire, habe nur den Zweck, die expandirende Kohlensäure möglichst zu erwärmen, damit ein Einfrieren des Motors unmöglich sei. Der Verein für lenkbare Luftschifffahrt in Berlin beau-

spruche nur eine halbstündige Betriebsdauer und werde solche mittels flüssiger Kohlensäure sehr gut zu erreichen sein etc."

Wir fügen dem Vorstehenden hinzu, dass nach schriftlicher Mittheilung des Herrn Herberts für eine solche halbstündige Fahrt zwei Flaschen flüssige Kohlensäure mit netto 16 kg Inhalt und einem Gesammtgewicht von 90 kg hinreichend sein würden. Das Gewicht der sonst nöthigen Apparate betrage incl. Flüssigkeit 200—250 kg, ausserdem müsste noch eine möglichst leichte Dampfmaschine von dem bekannten Gewichte zur Verfügung stehen. Die Kohlensäure tritt mit einer Wärme von 45—60 Grad Celsius in den Motor und nimmt die Wärme während des Betriebes eher zu als ab.

Herr Herberts erklärte übrigens in seinem Vortrage, nicht in der Lage zu sein, über die Konstruktion des Kohlensäuremotors für Fischtorpedos Aufschluss geben zu können, und gerade dieser würde als der leichteste für aëronautische Zwecke hauptsächlich in Betracht kommen müssen.

Ist nach Ansicht des Erfinders noch Cylinder, Kolben u. s. w. wie bei einer Dampfmaschine erforderlich, so scheint es doch vortheilhafter zu sein, den Dampfkessel auch gleich mit in den Kauf zu nehmen, der auch nicht schwerer als die Gefässe für die Kohlensäure wiegt und ermöglichen würde, einige Stunden zu fahren, während man mit der letzteren auf höchstens eine halbe Stunde Fahrt ausreichen würde. Dass man die Feuersgefahr bei dem Dampfmotor nicht zu sehr zu fürchten braucht, hat Giffard bereits durch seine bekannten Versuche vom Jahre 1852 und 1855 gezeigt. v. H.

Neue Schriften zur Luftschiffahrtskunde.

Aus Russland wurde dem Verein vor Kurzem eine Broschüre zugesandt, welche ein Zeugniss darüber ablegt, in wie intensiver Weise auch unsere östlichen Nachbarn sich gegenwärtig mit der Aëronautik beschäftigen. Da der grösste Theil unserer Leser der russischen Sprache nicht mächtig ist, wollen wir im Folgenden die wörtliche Uebersetzung der Vorrede, sowie einen kurzen Ueberblick über die Eintheilung des Stoffes geben. Das Buch betitelt sich:

„Handbuch für Luftschifffahrt.
Zusammengestellt von L. L. L . . . o*)
St. Petersburg, Militär-Druckerei im Gebäude des Generalstabes.
Gedruckt auf Befehl der kriegswissenschaftlichen Abtheilung des Generalstabes.

Vorrede.

Indem ich das vorliegende Buch herausgab, beabsichtigte ich keineswegs, ein vollständiges Lehrbuch über aëronautische Fragen zu geben, sondern ich wollte nur den Herren Militär-Aëronauten, die zweifellos mit der Physik und Mechanik bekannt sind, Hilfsmittel zur Berechnung und Zusammenstellung für die Konstruktion von Luftballons an die Hand geben. Die Kunst der Luftschifffahrt steht in so engem Zusammenhange mit vielen exakten Wissenschaften, als Physik, Chemie, Mechanik, Mathematik, Meteorologie etc., dass es unmöglich erschien, in dieses Buch alle Formeln

*) Wahrscheinlich ist Oberst Lobko der anonyme Verfasser. D. Red.

aufzunehmen, die in das Fach der oben erwähnten Wissenschaften schlagen und Beziehung zur Aëronautik haben. Alle diese Formeln können die Herren Spezialisten in den zahlreichen technischen Handbüchern finden. Dergleichen Bücher giebt es allein in russischer Sprache einige Dutzend, in fremden Sprachen einige Hundert. Deshalb habe ich hier, als in ein Memorandenbuch für die Techniker der Luftschifffahrt, nur die nöthigsten Formeln, Notizen und Angaben aufgenommen. Auch bei der Zusammenstellung der Tabellen habe ich mich zur Vermeidung von Weitläufigkeiten und im Interesse der Billigkeit auf die allernothwendigsten Angaben beschränken müssen. Aus derselben Veranlassung habe ich Zeichnungen nicht angewendet; das Buch soll ja auch kein Lehrbuch, sondern ein Handbuch sein. Die ausführliche Geschichte der Aëronautik habe ich ebenfalls nicht zum Gegenstande der Erörterung gemacht. Das vorliegende Werk ist der erste Versuch dieser Art in russischer Sprache und natürlich auch sehr unvollständig; doch die Herren Spezialisten müssen dabei bedenken, dass die Zahl der sich für Aëronautik interessirenden Personen in Russland 150, im Auslande 2000 nicht übersteigt. Bei einer so beschränkten Zahl von Interessenten kann man kaum die Verbreitung eines solchen Werkes im Publikum erwarten, deshalb erscheint es vorzeitig, jetzt schon zur Herausgabe vollständiger und theurer Werke zu schreiten. Wer sich näher mit dem Gegenstande der Aëronautik bekannt zu machen wünscht, findet Quellen angegeben in meiner Broschüre von 1885: „Register der aëronautischen Litteratur“, in 4 Sprachen, zu haben im Bücher-Magazin der „Neuen Zeit“ (Nowoje Wremja), Petersburg, Newski Prospect No. 38.

L. L. L.“

Ueber die Inhaltseintheilung wird folgende kurze Uebersicht unsere Leser informiren:

I. Einige Angaben und Formeln zur Erleichterung der Ausrechnung.

Enthält: Längenmaasse, Gewichte, Arbeitsleistung der Kohlen, des Dampfes, des Menschen und Pferdes.

II. Mathematische Formeln.

Flächen-Inhalte vom Quadrat, Rhombus, Dreieck, Trapez, Kreis, Ellipse, Sektor etc. Oberfläche und Volumen verschiedener Körper. Winkeltabelle für das rechtwinklige Dreieck.

III. Physikalische Angaben.

Gewichte der verschiedensten festen, flüssigen und gasförmigen Körper. Spezifisches Gewicht der Gase und ihr Auftrieb. Die Wärmekraft der Heizmaterialien. Wärmekapazität der Körper. Ausdehnungskoeffizienten. Beziehungen zwischen Gas- und Flüssigkeits-Volumen. Geschwindigkeit des Ausfliessens von Wasserstoff. Luftdruck. Druck und Kraft des Windes.

IV. Chemische Angaben.

Bestandtheile der Luft und des Wassers. Tabelle der Elemente. Spannkraft einiger Gase. Zusammensetzung einiger Gase. Desgleichen der Säuren und des Ammoniaks. Volumen einiger Gase nach dem Gewicht.

V. Konstruktion von Luftballons.

1. Montgolfièren.

Art der Anfertigung, Stoffe dazu, Materialien zur Erwärmung. Stoffe zum Imprägniren gegen Feuersgefahr. Tabelle (18) über Erwärmungstemperatur. Dichtigkeit der erwärmten Luft und Hebekraft pro Kubikfuss. Berechnung der zur Heizung erforderlichen Wärme-Einheiten. Heizungsmaterial-Tabelle (20). Hebekraft der Montgolfièren, mit Bezug auf ihren Durchmesser.

2. Kugel- und andere Ballons, mit Gas gefüllt.
Vortheile derselben. Stoffe. Prüfung derselben. Ausrechnung der sphärischen Segmente. Multiplikatoren-Tabelle (23) für das Zuschneiden der Schablone. Imprägnirung des Stoffes für die Gas-Undurchdringlichkeit, mit Angabe von Rezepten. Ventile, Netz, Maschenweite (Tab. 24). Der Korb, Material zu letzterem, der Ring, der Anker, das Schlepptau, Zubehör und Instrumente, Seil zum Herablassen bei Kaptifs. Festigkeit von Hanfseilen (Tab. 26). Vergleichungstabelle von Hanf- und Drahtseilen.

VI. Füllung des Ballons.
Mittel zur Gewinnung von Wasserstoffgas (Tab. 28), Füllung mit Ammoniak, Wasserdampf etc. Gewicht der Materialien in Pud (= 40 Pfund) und der Volumina in Kubikfuss.

VII. Maasse des Ballons (Tab. 30).
Durchmesser, Peripherie, Flächeninhalt, Volumen, Hebekraft. Tabelle (31) von Brandis und Lindner.

VIII. Steighöhe des freien Ballons.

IX. Steiggeschwindigkeit, mit Tabelle.

X. Steighöhe des Ballon kaptif, mit Tabelle.

XI. Steigen und Fallen des Ballons ohne Gas- und Ballast-Verlust, und Bedingungen des Gleichgewichtes des Ballons, mit drei Tabellen.

XII. Steigen und Sinken des Kaptif
a) Allgemeine Regeln. b) Anspannung des Seils. c) Krümmung des Seiles durch sein Gewicht.

XIII. Steigen und Sinken des freien Ballons.

XIV. Von den Fallschirmen, mit Tabelle.

XV. Von den lenkbaren Luftballons, mit Tabelle.

XVI. Von den Flugmaschinen, die schwerer sind als die Luft.

XVII. Liste der Werke, die als Quellen bei der Zusammenstellung des Handsbuches gedient haben.

XVIII. Ergänzungen.

Das kleine Büchlein ist mit Fleiss und Sachkenntniss zusammengestellt. Um so mehr ist es zu bedauern, dass die Arbeit bei uns nur von verhältnissmässig so Wenigen benutzt werden kann. Allem Anschein nach ist mit der Herausgabe des Handbuches der Zweck verbunden, dem über Russland zerstreuten Interessentenkreis für Luftschifffahrt bezüglich seiner praktischen Thätigkeit eine bestimmte Organisation zu geben, um denselben somit für eventuelle Verwendung im Kriegsfalle zu einem hierzu qualifizirten Material heranzubilden. Vom Standpunkte des allgemeinen Interesses für die Aëronautik können wir das Streben unserer östlichen Nachbarn nur beglückwünschen. E. Poser, Premier-Lieutenant.

Der Ballondienst in der Armee.

III.

In grösseren Provinzial-Blättern stand in der zweiten Hälfte des Monats August noch folgender Artikel:

Während der militärischen Uebungen, die in den letzten Wochen bei Köln stattgefunden haben, ist das Militär-Ballon-Detachement zum ersten Male in einem grösseren Wirkungskreise in Funktion getreten. Dieses Detachement befindet sich

im zweiten Jahre seines Bestandes und dürfte voraussichtlich in nicht fernliegender Zeit aus seinem Provisorium heraustreten, um definitiv in einen dauernd bestehenden neuen Truppentheil umgewandelt zu werden. Es ist unter dem Kommando des Majors Buchholtz vom Eisenbahn-Regiment gebildet und sind dazu Offiziere verschiedener Waffen, sowie Mannschaften verschiedener Regimenter kommandirt. Ausserdem gehört demselben als Fachtechniker der bekannte Luftschiffer Opitz an. Alle Offiziere des Detachements sind übrigens, ebenso wie der Letztere, seit Jahren Mitglieder des unter Leitung von Dr. Wilhelm Angerstein in Berlin bestehenden „Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt“ und haben dadurch vielfach Anregung und Gelegenheit gehabt, sich theoretisch und praktisch mit der Luftschifffahrt zu beschäftigen, noch bevor das Detachement gebildet wurde.

Es war sehr natürlich, dass in den Berichten über die erwähnten Kölner Uebungen der auffälligen Erscheinung des militärisch verwandten Luftballons Erwähnung geschehen ist. Seitens der Presse sind aber an die Berichte, deren Verfasser übrigens meist äusserst geringe Sachkenntniss bewiesen haben, mancherlei Bemerkungen geknüpft worden, welche beweisen, dass im grossen Publikum, überhaupt in weiteren Kreisen, zum Theil sehr sonderbare Ansichten über die Zwecke des Ballondienstes in der Armee existiren. Vor allen Dingen ist die Meinung eine total irrige, dass dem Detachement die Aufgabe gestellt sei, lenkbare Luftschiffe zu konstruiren und diese zur Beförderung von Nachrichten, also gewissermaassen zum Kurierdienst, und zu Zerstörungszwecken (Bewerfung von Werken etc. aus der Höhe mit schweren Geschossen) bereit zu halten. Dieser Irrthum mag daher entstanden sein, dass einerseits seit länger als hundert Jahren an der Erfindung lenkbarer Luftschiffe gearbeitet worden ist, aber doch nur ein dürftiges Resultat erzielt werden konnte, nämlich die Lenkbarkeit bei ganz ruhiger Luft oder bei schwacher Luftströmung, ein Resultat, welches der deutsche Ingenieur Haenlein, ferner der Oberförster Baumgarten und die Franzosen Giffard, Tissandier, Renard und Krebs faktisch erreicht haben. Der Irrthum mag andererseits aber auch darauf zurück zu führen sein, dass sich die Heeresleitung des gewöhnlichen, nicht lenkbaren Ballons nie bedient hat, obwohl sie dies Kriegsmittel längst hätte haben können.

Wenn die Heeresleitung neuerdings an die Einführung des Ballondienstes in der Armee praktisch herangetreten ist, so hat sie damit einen Weg betreten, auf dem Frankreich, England und die nordamerikanische Union vorangegangen sind. In erster Linie handelt es sich dabei jedoch nur darum, den Luftballon für Beobachtungszwecke nutzbar zu machen. Nicht die freie Luftschifffahrt, sondern der gefesselte Ballon (Ballon captif) wird vor allen Dingen für die Armee gebraucht. Von dem gefesselten Ballon aus kann man ein Schlachtfeld überblicken, von hier aus kann man die Wirkung der schweren, nach verdeckten Zielen feuernden Artillerie genau beobachten, von hier aus kann man bei Nacht mittelst elektrischen Lichtes das Terrain beleuchten und von hier kann man über alle beobachteten Vorgänge mittelst Signalen oder mittelst einer Telephonleitung sofort dem die Operationen leitenden Stabe genaue Mittheilungen machen. So ist die Beobachtung vom Luftballon aus im Stande, auf den Ausgang der Operationen den weitgehendsten Einfluss zu gewinnen, ohne dass die Militär-Aëronauten auch nur eine einzige freie Fahrt unternehmen; sie steigen mit dem am Seil (bei grösseren Ballons Drahtseil) festgehaltenen Ballon auf, wo man sie braucht, und werden an derselben Stelle wieder heruntergezogen.

Auch der Leser, der die Einzelnheiten des Ballondienstes absolut nicht kennt, wird einsehen, dass eine solche Beobachtungsthätigkeit für den Erfolg der militärischen

Unternehmungen sehr wichtig, unter Umständen entscheidend sein muss, und dass es deswegen die erste Aufgabe des Detachements ist, die dazu erforderlichen Ballons, Maschinen etc. zu schaffen und die Offiziere wie Mannschaften für diesen Dienst auszubilden. Alle Arbeiten für die Lenkbarmachung der Luftschiffe treten dem gegenüber in die Ferne zurück und es ist sehr rationell, dass das Detachement seine Kraft auf die jener viel näher liegende Aufgabe konzentrirt.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve. 18. Année. No. 6—8.

No. 6. Juni 1885. Diese Nummer der Monatsschrift bringt zunächst die Besprechung eines Aufsatzes des bulletin de la réunion des officiers „über die Ballons und ihre Anwendung im Kriege". Der Referent Ch. du Hauvel, wendet sich, und wahrscheinlich mit Recht, gegen die im gedachten Artikel zu Tage tretende starke Bevorzugung der lenkbaren Luftschiffe. Man könnte deren Verwendung und den Nutzen, den sie in ihrer Vollendung zu leisten im Stande wären, sich zwar sehr schön ausmalen, aber man dürfe doch nicht vergessen, dass man mit weit geringeren Kosten und mit grösserer Sicherheit ähnliche Erfolge von den Ballons kaptifs schon jetzt erwarten dürfte. Dasjenige aber, was die Phantasie dort vom lenkbaren Ballon erhoffe, sei in Wahrheit den dynamischen Flugapparaten vorbehalten.

Es folgt sodann ein Auszug einer Arbeit unseres Vereinsmitgliedes Dr. Müllenhoff über die von den Vögeln beim Fluge verausgabte Arbeit von Oskar Frion. Da unsere Vereinszeitschrift sich selbst mit der citirten Arbeit beschäftigt hat, braucht an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen zu werden.

Desgleichen übergehen wir den Bericht über eine Auffahrt mit dem Ballon Mozart von Eugène Valés.

Endlich folgen, gewissermaassen als Ergänzung des eben erwähnten Aufsatzes du Hauvels, einige Bemerkungen Gaston Tissandier's über die Kaptifballons der französischen Armee, in welchen des Gebrauchs derselben im Deutsch-Französischen Kriege und in Tonkin Erwähnung geschieht. Wir beschränken uns darauf, den Schluss dieses Artikels herzusetzen.

„Die Militärballons sind vollständig kuppelförmig und klein; sie sind mit Wasserstoff gefüllt, der auf geheim gehaltene Weise in besonderen tragbaren Apparaten erzeugt wird. Die am Ballonring befestigte Beobachtungsgondel schwebt in der Mitte eines Trapezes, an dessen anderem Ende das Kabel befestigt ist. Dieses Kabel läuft über eine durch eine kleine tragbare Dampfmaschine in Drehung versetzte Trommel. Die Ballons sind aus ponghée oder chinesischer Seide hergestellt, sind sehr leicht und besitzen im Vergleich zu ihrer Grösse eine beträchtliche Steigkraft. Die Kaptifballons bilden heutzutage eine sehr wohl durchdachte und mit grosser Regelmässigkeit funktionirende Einrichtung der französischen Armee, welche überdies durch die Dienste der optischen Telegraphie und der Brieftaubenpost ergänzt wird.

Im Heft 7, Juli 1885, befindet sich ein sehr bemerkenswerther Artikel des Herrn Jamin, ständigen Secretärs der Pariser Akademie der Wissenschaften: „Ueber die nächtliche Strahlung". Schlichten Landleuten, wie gelehrten Meteorologen ist die Erscheinung der sogenannten gestrengen Herren zu Ende des April oder Anfang Mai bekannt. In dieser Zeit stellen sich fast regelmässig verspätete Nachtfröste ein, die in der Landwirthschaft und im Gartenbau

häufig grosse Verheerungen anrichten. Wenn man auch nicht im Zweifel ist, dass die starke Temperaturerniedrigung des Erdbodens lediglich Folge der starken, ungehinderten Wärmeausstrahlung gegen den klaren nächtlichen Himmel ist*), so fragt es sich doch, sagt Herr Jamin mit Recht, warum diese Strahlung gerade zu jener Zeit so hohe Werthe erreicht.

Die genauen Messungen der athmosphärischen Feuchtigkeit, auch die im Ballon zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Höhen ausgeführten, zeigen keine den fraglichen Punkt berührende Gesetzmässigkeit. Gegenstand der Messung ist aber in der Regel die Feuchtigkeitsmenge, welche die Luft besitzt, verglichen mit derjenigen, die sie bei der gerade bestehenden Temperatur und Pressung aufzunehmen vermöchte. Dieser Quotient fällt aber für 1 kg Luft, welches mit einem bestimmten Gewicht Wasserdampf versetzt worden ist, je nach Temperatur und Druck ganz verschieden aus, giebt also in Wahrheit keinen unmittelbaren Anhalt für die in der Luft vorhandene Feuchtigkeitsmenge. Man muss statt dessen das Verhältniss des Gewichtes des in einer begrenzten Luftmenge vorhandenen Wasserdampfes zu dem Gewichte dieser Luft selbst bestimmen.

Indem Jamin dieses für die von Glaisher bei seinen Auffahrten vom 18. April, 16. Juni, 18. August, 5. September angestellten Beobachtungen thut, findet er, dass in der Reihe vom April sich die höheren Schichten des Luftraumes durch eine ganz ausserordentliche Trockenheit auszeichneten, sodass in Höhen von 4000 m und darüber schon jede Spur von Wasser verschwunden war, während an den anderen Terminen noch in Höhe einer Meile recht beträchtliche Wasserdampfmengen wahrnehmbar blieben. Da nun athmosphärische Luft die strahlende Wärme fast gar nicht, Wassergass aber sehr stark absorbirt, so ist klar, dass an dem ersten der oben genannten Termine die nächtliche Strahlung gegen den kalten Weltraum einen sehr hohen Grad erreichen, die Bodentemperatur also sehr tief sinken musste.

Der Leser empfindet gewiss den Wunsch, dass für die weitere Untersuchung dieser interessanten Frage recht zahlreiches Beobachtungsmaterial herangeschafft werde. Selbstverständlich regt die Entdeckung Jamin's, wenn sie sich bestätigen sollte, — denn aus vier Beobachtungen lässt sich noch kein Induktivschluss ziehen, — die Frage an, warum gerade zu jener Jahreszeit die athmosphärische Luft in höheren Schichten so sehr trocken ist.

Herr Wilfried de Fonvielle erzählt uns, dass die italienische Regierung von Herrn Gabriel Yon zwei Kaptifballons hat bauen lassen und giebt Einzelheiten über deren Einrichtung und über die Erzeugung des Füllungsgases.

Herr Oskar Frion referirt über einen im „Civilingenieur" XXXI Heft 2 erschienen Aufsatz des Unterzeichneten. Es sei Letzterem verziehen, wenn er diese Gelegenheit benutzt, auf einen sinnentstellenden Druckfehler aufmerksam zu machen. Der besprochene Aufsatz handelt von dem Druck, welchen ein Flüssigkeits- (z. B. Luft-) Strom gegen eine schief entgegengehaltene ebene Platte ausübt und im Besonderen von der Abhängigkeit dieses Druckes von dem Winkel zwischen Strömung und Platte. In jenem Aufsatze ist auseinandergesetzt, dass der Druck nicht blos von der normal znr Platte genommenen Komponente der Geschwindigkeit abhängt, wie man früher namentlich in Deutschland meistens annahm, sondern auch in bestimmt

*) Ist es doch z. B. dem Rosenzüchter Wendt, Berlin, gelungen, Nachtfröste, die ringsherum grosse Verheerungen anrichteten, von seinem Garten fernzuhalten, indem er durch den Qualm und Rauch angezündeten feuchten Reisigs künstliche Wolken bildete. Gl.

angegebener Weise von der parallel zur Fläche genommenen Geschwindigkeitskomponente. In jenem Referat hingegen steht aus Versehen gerade das Gegentheil, nämlich, dass der Druck von der Parallelkomponente gänzlich unabhängig sei.

Das Heft 8. August 1885, beginnt mit einem Aufsatze des Herrn Ch. du Hauvel „ein Flügelschlag beim beschleunigten Horizontalfluge“. Da eine Fortsetzung desselben folgen wird, so dürfte ein Referat füglich bis zur Beendigung desselben unterbleiben.

Von dem frisch und anziehend geschriebenen Artikel des Herrn Gaston Tissandier „Das Photographiren vom Ballon aus“ begnügen wir uns, den nachstehenden Satz von allgemeinem Interesse wiederzugeben:

„Unsere Versuche haben bewiesen, dass man im Ballon ebenso schöne und klare Photogramme erhalten kann, als auf der Erde. Die Schnelligkeit der Aufnahme mit Bromgelatineplatten hat die Kunst des Photographirens vollständig verändert, sodass die Handgriffe sehr leichte sind. Wir glauben, dass, dank den heutigen ausserordentlich empfindlichen Platten und dank den schnellen Verschlussvorrichtungen die Photographie vom Ballon aus vielleicht eine grosse Zukunft hat. Sie wird Pläne liefern, welche an Genauigkeit, Feinheit und Sauberkeit die sorgfältigsten Aufnahmen übertreffen, sie wird für die Kriegskunst ein mächtiges Hilfsmittel werden, da sie den Plan feindlicher Festungen oder Arbeiten in Sicherheit aufzunehmen gestattet. In einer Höhe von 600 Metern hat ein Ballon nichts zu fürchten vom Feuer der Artillerie, und es kann also der Photograph in seiner Gondel ebenso sicher wie in seinem Atelier operiren. Sie wird ferner der Geographie kostbare Unterstützung gewähren, indem sie Urkunden über auf der Erde unzugängliche (?) Orte liefert, über die man im Ballon hinpassiren kann.“ — Gerlach.

Allgemeine Sportzeitung. Wochenschrift für alle Sportzweige. Herausgeg. und redigirt von Victor Silberer. Wien 1885. No. 31, 32, 35 u. 39.

No. 31 dieser Wochenschrift (v. 31. Juli d. J.) kündigt als Eröffnungstag für die von Herrn Victor Silberer im Prater bei Wien gegründete aëronautische Anstalt den 1. August an. No. 32 (v. 7. August) enthält Mittheilungen über eine Luftreise, welche Herr Silberer am Eröffnungstage von der neuen Anstalt aus mit seinem Ballon „Vindobona“ in Gemeinschaft mit seiner Königl. Hoheit dem Herzog von Braganza und dem Oberlieutenant Grafen Ladislaus Cavriani gemacht. Die Landung erfolgte nach anderthalb Stunden bei Biedermannsdorf in der Nähe von Laxenburg. Dieselbe Nummer der Allg. Sportzeitung berichtet ferner über eine am 2. August ebenfalls von der aëronautischen Anstalt aus mit der „Vindobona“ veranstalteten Auffahrt, an der sich ausser Herrn Silberer der Landgraf Vincenz Fürstenberg und der Schriftsteller Theodor Herdlitzka betheiligten. Auch diese Fahrt verlief ohne bemerkenswerthe Zwischenfälle. Gewiss wäre es von Interesse gewesen, bei den Mittheilungen über die beiden ersten in der aëronautischen Anstalt des Herrn Silberer vorbereiteten Luftreisen auch einige Angaben über die Einrichtungen der Anstalt selbst zu erhalten; indessen schweigt die Wochenschrift darüber vollständig.

No. 35 (vom 28. August) bringt folgende Mittheilung aus Italien: „In den letzten Tagen des Juni haben zu Rom Versuche mit gefesselten Ballons stattgefunden, deren Einführung bei dem italienischen Heere seitens des Kriegsministeriums schon vorher beschlossen war. Man liess den mit Wasserstoff gefüllten Ballon wiederholt bis zur Höhe von 500 Meter aufsteigen, liess den Luftschiffer das Ergebniss seiner Beobachtungen nach unten telegraphiren und unternahm zum Schluss eine freie Fahrt.

Die Regierung hat vorläufig von einer Pariser Firma zwei Ballons von je 500 Raummeter Inhalt gekauft, welche zwei Personen zu tragen vermögen. Zur Ausrüstung jedes Ballons gehören zwei Wagen (einer für den Ballon und einer für den Wasserstoff-Regenerator) und eine Lokomobile, welche den Regenerator in Betrieb setzt und das Seil des Ballons auf- und abwickelt. Die Ballonfüllung beanspruchte bei den Versuchen sehr wenig Zeit. Ein Offizier des 3. Genie-Regiments hat das Material übernommen und den Auftrag erhalten, aus Mannschaften der Telegraphen-Abtheilung den Stamm für eine militärische Luftschiffer-Abtheilung zusammenzustellen. Der bekannte Luftschiffer Godard wird die Mannschaft in den technischen Handgriffen beim Gebrauche und der Behandlung des Ballons unterweisen."

Aus No. 39 (vom 25. September) erfahren wir, dass Herr Silberer bei einer von ihm allein am 17. September unternommenen Luftreise Versuche im Photographiren angestellt hat. —n.

Protokoll

der am 5. September 1885 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: Gerlach.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen, Ersatzwahl für zurückgetretene Vorstandsmitglieder, Mittheilungen der technischen Kommission.

Der Vorsitzende erklärt zunächst, weswegen seit der letzten Sitzung längere Zeit verflossen, ohne dass eine Versammlung abgehalten worden. Das seither vom Vereine benutzte Lokal hat wegen anderweitiger Verwendung aufgegeben werden müssen und es hat Schwierigkeiten gehabt, eine neue geeignet erscheinende Räumlichkeit zu finden. Ausserdem sind von ihren Aemtern zurückgetreten: Herr Freiherr vom Hagen I vom Amte des II. Vorsitzenden und Bibliothekars, Herr Buchholz vom Amte des Vorsitzenden der technischen Kommission. Auch hierdurch sind Stockungen in der regelmässigen Vereinsthätigkeit entstanden.

Der Vorsitzende macht ferner Mittheilung von dem Ableben des Herrn Ingenieurs Broszus, eines Mitbegründers des Vereins. Die Versammlung ehrt sein Andenken durch Erheben von den Plätzen.

Mit der Wahl des neuen Lokales erklärt sich die Versammlung einverstanden.

Der Vorsitzende verliesst eine neuerdings erlassene Polizeiverordnung, öffentliche Ballonfahrten betreffend, woran sich mehrere Bemerkungen knüpfen; er macht endlich noch Mittheilung von einer Zeitungspolemik gegen diese Verordnung, von einer Auffahrt der Herren Renard und Krebs in Paris am 25. August cr., sowie vom Eingange mehrerer Hefte der Revista maritima, einer brasilianischen Zeitschrift und einer Mittheilung des Herrn Platte.

Der von der technical society of the Pacific coast in San Francisco gewünschte Austausch der Gesellschaftsveröffentlichungen wird abgelehnt.

Herr Liebenow in Schömberg in Mecklenburg fordert die Mitglieder des Vereins auf, häufig und namentlich bei herannahenden Gewittern kleine Wasserstoffballons mit eingeschlossener Karte aufsteigen zu lassen, durch deren vom Finder durch die Post bewirkte Rücksendung Aufschluss über die Luftströmungen gegeben würde.

Die Wahl eines Vorsitzenden der technischen Kommission, des stellvertretenden Vorsitzenden und des Bibliothekars wird vertagt.

Nachdem noch einige Mittheilungen aus Liebenow's Gewittertheorie gegeben worden sind, wird die nächste Sitzung auf den 19. September festgesetzt. Schluss 10 ¼ Uhr.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Alte Jacob-Strasse 134.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

IV. Jahrgang. **1885.** **Heft X.**

Einiges über die ersten Berliner Luftschifffahrts-Versuche.

In den Vorträgen des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt und in dessen Zeitschrift haben seither so manche aëronautische Unternehmungen früherer Tage Erwähnung gefunden, möge es daher gestattet sein, auch den Versuchen ein Wort der Erinnerung zu schenken, welche hier in Berlin die ersten ihrer Art gewesen sind, zumal sich an einzelne derselben doch vielleicht mehr Interesse, als das rein historische, knüpfen dürfte.

Selten hat wohl eine Erfindung, gleich in ihren Erstlingen, grösseres Aufsehen, grösseren Enthusiasmus erregt, als die des Luftballons. Seit am 5. Juni 1783 die Gebrüder Montgolfier, Papierfabrikanten zu Annonay, in Gegenwart der Stände von Vivarrais, das mit Leinwand überzogene leichte Gestell, mittelst erwärmter Luft, hatten aufsteigen lassen, wurden derartige Versuche bald allerwärts veranstaltet, wohin die Kunde von dem Wunderbaren gedrungen war, und man sah, wie Dupuis Delcourt sagt, bereits im Jahre 1785 den Himmel von Europa sich mit Ballons bedecken. Der Hauptzweck war zumeist Befriedigung der Neugierde, der Schaulust; man liess die Ballons gewöhnlich leer oder mit Thieren besetzt emporschweben. Indessen haben sich doch auch gleichzeitig ernsthaftere Bestrebungen auf dem neuen Gebiete dargethan. Namentlich im Heimatslande der Erfindung, in Frankreich, beschäftigte man sich sofort auf das Lebhafteste mit dem Gegenstande. Hervorragende Gelehrte, wie der Mathematiker Meusnier, der Physiker Charles, der Nautiker Leroy, die Mitglieder der Akademien der Wissenschaften zu Paris und Dijon, unter ihnen die tüchtigen und berühmten Fachmänner

Lavoisier, Cadet, Brisson, Guyton de Morveaux, Bertrand, de Virly u. A. weiheten demselben ihre Kräfte. Was Wunders, wenn da die geistreichsten, interessantesten Projekte und Vorschläge zur Einrichtung und Verwendung des Ballons schon in kurzem in Menge auftauchten, in solcher Fülle und Vielseitigkeit, dass ihnen bis heute, also innerhalb hundert Jahren, nur noch wenig Neues von Belang hat hinzutreten können.

Selbst für das Gebiet, für welches die Aëronautik wohl mit die meiste Bedeutung haben dürfte, für die Kriegskunst, ist schon damals das Programm der Verwendung scharf vorgezeichnet worden. Giroud de Vilette erklärte nämlich, nach seiner mit Pilâtre de Rozier am 16. Oktober 1783 unternommenen Auffahrt, bereits bestimmt: „Ich war sofort überzeugt, dass diese so wenig kostspielige Maschine einer Armee sehr nützlich sein müsste, um die Position des Feindes, seine Manöver, seine Märsche und Dispositionen zu entdecken und sie durch Signale anzuzeigen; wir haben hier eine Maschine von unbestreitbarer Nützlichkeit, welche die Zeit noch vervollkommnen wird.“

Den Berlinern ist das Schauspiel des Aufsteigens eines Luftballons noch im Erfindungsjahre 1783 selbst, während des überaus milden Winters, geboten worden. Von Interesse dürfte es sein, zu vernehmen, dass dieser erste hiesige Versuch nicht mit einer Montgolfière, sondern schon mit einer Charlière veranstaltet wurde. Achard, Direktor der Akademie der Wissenschaften, hatte für denselben einen kleinen, 3 Fuss im Durchmesser haltenden Ball aus Goldschlägerhäutchen hergerichtet, den er mit, durch Zersetzung von Zink in Salzsäure, erzeugtem Wasserstoffgas füllte und in diesem Zustande, am 27. Dezember, nach dem Lustgarten befördern liess. Dort fand das Aufsteigen in der Vormittagsstunde zwischen 11 und 12 Uhr statt, in Gegenwart der Mitglieder des Königlichen Hauses und zahlreicher Zuschauer. Prinz Heinrich zerschnitt das Halteseil und trieb nun der kleine Ballon, vom kräftigen Westwinde erfasst, schräg aufwärts über den Dom hinweg, woselbst ihn, in etwa 80 Fuss Höhe, ein Wirbelwind kurze Zeit festhielt und einige Mal um sich selbst drehen machte. Dann stieg er rasch weiter aufwärts und nahm seinen Weg über die Schlossapotheke und die Königsstrasse nach dem Schlesischen Thore in die Richtung auf Friedrichsfelde zu. Die Höhe, bis zu der er gelangte, muss ansehnlich gewesen sein, da er beim Zuge über die Königsstrasse nur noch in der Grösse eines Vogels erschien. Nach ungefähr 8 Minuten war er den Augen entschwunden; wohin er gerathen, ist unbekannt geblieben.

Dieser kleine Erstlingsversuch sollte bald Nachfolger finden. Am Sonntag den 11. Januar 1784, Nachmittags 3 Uhr, liess ein Herr Lust von seiner Behausung, Unter den Linden, neben dem jetzigen Hôtel de Russie gelegen, einen runden, 4 Fuss im Durchmesser haltenden, aus dreifach übereinander geleimten Goldschlägerhäutchen gefertigten, ebenfalls mit Wasserstoffgas gefüllten Ballon emporsteigen. Das Wetter war günstig. Der Ball erhob sich äusserst schnell senkrecht und war bald den Augen entrückt.

Man rechnet, dass er vermöge seiner ansehnlichen Steigekraft wohl eine Höhe von 30000 Fuss und mehr erreicht haben mag. Auch über seinen Verbleib ist nichts bekannt geworden, obgleich Herr Lust dem Wiederbringer eine Belohnung von 1 Dukaten zugesichert hatte.

Am 24. Januar desselben Jahres, am Geburtstage Königs Friedrichs des Grossen, liess Apotheker Klapproth, Assessor des medicinischen Ober-Kollegiums, zur Feier des Tages, Nachmittags 3 Uhr, auf dem Köpenickerfelde, einen mit Wasserstoffgas gefüllten kugelförmigen Aërostaten von 3½ Fuss im Durchmesser steigen. Derselbe war aus Goldschlägerhäutchen gefertigt und mit Sinnbildern u. dergl. geschmückt, die auf den feierlichen Tag Bezug hatten. Seine Peripherie trug 4 Felder von weissem Atlas, in denen ein zur Sonne emporschwebender Adler mit dem Spruche ad astra tendit, ferner in grünem Kranze die Inschrift: „Es lebe der König, es lebe die Königin", sowie das Wappen des Königs und der Königin unter einer goldenen Krone und die Worte „Berlin, den 24. Januar 1784", umgeben von einem grünen Kranze, angebracht waren. Nach einem mittelst Knallgas abgegebenen Signale wurde die Kugel losgeschnitten. Sie erhob sich unter dem Jubel der Zuschauer anfangs langsam, dann rascher und nahm, vom leichten Westwinde getrieben, ihren Zug über die Stralauer Vorstadt, bis sie nach etwa 2 Minuten in dem Gewölk verschwand. Ein an dem Ballon unten angebrachter Zettel enthielt das Gesuch an den etwaigen Finder um Nachricht über den Aërostaten und die Zusicherung einer Belohnung für die Rücklieferung desselben.

Bereits am nächsten Tage sollte ein neues derartiges Unternehmen folgen. An diesem Tage, am 25. Januar, beging die Loge Royal York de l'amitié in der Dorotheenstrasse festlich des Königs Geburtstag. Zur Feier desselben liess der vorgenannte Herr Lust, Mitglied der Loge, von der Terrasse des Gartens einen Ballon aufsteigen, der dem früher von ihm hergestellten gleichartig aus feinen Goldschlägerhäutchen gefertigt und prächtig mit bunter Malerei und Draperie auf blauem Taffet und Glanzgaze ausgestattet war. Auch wurde demselben ein Zettel beigegeben, auf welchem der Namen der Loge, sowie der frohe Tag, dem zu Ehren er aufgestiegen und die Zusicherung einer Belohnung an den Wiederbringer vermerkt waren. Trotz starken Windes erhob sich der Ballon schnell und war in wenigen Minuten den Augen entrückt. Bei dem Schluss der Vorstellung hatte Herr Lust am Gartenausgange eine Sammelbüchse zu milden Gaben für die Armen aufstellen lassen, sie soll von den zahlreich erschienenen Zuschauern rasch und reichlich gefüllt worden sein.

Diesesmal ging der entsendete Luftball nicht verloren. Er wurde am 15. März in der Sonnenburger Haide, 14 Meilen von Berlin entfernt, von Landleuten unversehrt, auf einem Baum lagernd, aufgefunden und durch den Amtsrath Kuhlwein zurückgesendet.

Berlin hatte, wie es scheint, Gefallen an den Luftschauspielen gefunden.

Schon 8 Tage später wurde wieder eine solche Vorstellung und zwar aufs Neue von Direktor Achard veranstaltet. Die Vorführung geschah diesesmal in dem Gräflich Reuss'schen Garten auf dem Weidendamme. Zur Deckung der ansehnlichen Kosten des Unternehmens war der Eintrittspreis für die Zuschauer auf einen Thaler angesetzt worden. Trotz dieser, für die damaligen Verhältnisse ziemlich hohen Summe fanden sich zur Vorstellung, am Sonntag den 1. Februar 1784, eine Menge Schaulustiger ein. Auch die Prinzen Heinrich und Ferdinand, die Prinzessinnen des Königl. Hauses, der Hof, der Adel u. A. waren gegenwärtig.

Der Luftballon hatte kugelförmige Gestalt, eine Grösse von 5 Fuss, war aus Goldschlägerhäutchen gefertigt und wurde mit Wasserstoffgas gefüllt. Die Vollendung der Füllung geschah im Garten, im Beisein der Zuschauer. Direktor Achard brachte bei dieser Füllung die von ihm zuerst gemachte Einrichtung in Anwendung, das Gas zu seiner Reinigung durch Wasser zu leiten und beseitigte dadurch einen Uebelstand, der an manchem Misserfolge früherer Unternehmungen Schuld trug.

Um 12 Uhr Mittags wurde der Ballon freigelassen, nachdem man ihn noch mit einem rothen Flortuche und einer Blechbüchse mit Zettel versehen hatte, auf welchem dem Wiederbringer 2 Louisd'ors Belohnung zugesichert waren. Der Ball stieg zunächst auf 50—60 Fuss senkrecht, wurde dann vom Winde seitwärts getrieben, blieb hierauf einige Augenblicke unbeweglich stehen, trieb demnächst wieder seitwärts und zuletzt mit solcher Schnelligkeit aufwärts, dass er in etwa 2 Minuten den Zuschauern unsichtbar wurde.

Achard konnte dem Versuche persönlich nicht beiwohnen. Er hatte bei den Gasbereitungsarbeiten in seinem Laboratorium sich so geschadet, dass er am Vorabende des Schauspiels von einem heftigen Blutsturze befallen wurde.

Bereits am 15. Februar war er jedoch schon wieder im Stande, ein Unternehmen in's Werk zu setzen. Er hatte für dasselbe dieses Mal 3 Montgolfièren hergerichtet. Die beiden ersten aus Papier gefertigten kleineren Maschinen besassen die Gestalt abgestumpfter, an den Grundflächen vereinigter Pyramiden. Die Erwärmung der Luft erfolgte durch brennendes Stroh und durch Wolle.

Der Vorstellung wohnten wiederum viele Standespersonen bei, auch Prinz Ferdinand von Preussen war zugegen.

Die erste Pyramide stieg trotz des heftigen Windes ziemlich hoch und gelangte im benachbarten Charitégarten wieder zu Boden. Die zweite, bei welcher das Feuer durch geöltes Papier unterhalten wurde, erreichte ebenfalls ansehnliche Höhe. Sie fiel in der Gegend der Pulvermühle zur Erde.

Das Aufsteigen des dritten grösseren Aërostaten musste an diesem Tage, der zu Folge der herrschenden Windrichtung, bei etwaiger Entzündung des Ballons für die Pulverthürme zu befürchtenden Gefahr wegen, aufgegeben werden. Der Versuch fand darauf, bei windstillem Wetter, am 18. Februar

statt. Der zur Verwendung kommende Körper bestand aus einem oben abgerundeten Cylinder von Taffet, der nach unten in eine Kugel von Wachsleinwand überging. Die untere Oeffnung des Apparates war mit einem hölzernen Rahmen versehen, an welchem als Ballast ein Zehnpfundgewicht hing. Als man den Ballon die Fahrt beginnen liess, bekam zunächst die Wachsleinwandkugel einen Riss, gleich darauf stiess der Apparat noch gegen eine Stange, wurde völlig defekt und fiel zu Boden. Der über den Verlust des erhofften Schauspiels unmuthig gewordene Pöbel stürmte den Platz, zerriss den Ballon in Stücke und zwang den erschrockenen Akademiker, sein Heil in der Flucht zu suchen.

Achard hatte von seinen Unternehmungen keinen Vortheil gehabt, trotzdem wurde er gewinnsüchtiger Absichten verdächtigt, so dass er sich in den öffentlichen Blättern zu vertheidigen suchen musste. Wie ein Zeitungsschreiber jener Tage berichtet, gab Direktor Achard den Berlinern durch seinen verunglückten Versuch mehr Stoff zur Unterhaltung, als es durch ein Gelingen desselben hätte geschehen können.

Mit diesem Missereignisse scheinen die Luftballonvorstellungen in Preussens Hauptstadt für einige Zeit abgethan gewesen zu sein. Wenigstens verlauten die nächsten Nachrichten von einer solchen Unternehmung erst aus dem Jahre 1788.

In diesem Jahre wurde den Berlinern das Schauspiel der wirklichen Luftfahrt eines mit Passagieren besetzten Ballons zum ersten Male geboten und zwar durch den bekannten französischen Aëronauten Blanchard, der seit seiner, drei Jahre zuvor ausgeführten Luftreise über den Kanal ein weltbekannter, gefeierter Mann geworden war.

In Berlin traf er im September 1788 ein und hatte sich sogar die Behörde bewogen gefühlt, auf sein Kommen besonders aufmerksam zu machen. Am Sonnabend den 27. September wollte er hier seine 33. Fahrt unternehmen. Das Aufsteigen sollte vom Exerzierplatze, vor dem Brandenburger Thore, aus geschehen. Der erste Zuschauerplatz galt 2 Thaler, der zweite 1 Thaler. Die Billette gingen so reissend ab, dass man sie zuletzt mit Gold aufwog. Das Brandenburger Thor, welches damals gerade im Bau befindlich war, wurde, um den Strom der in Masse zu gewärtigenden Zuschauer zu regeln, für Fussgänger freigegeben, Wagen und Reiter mussten das Potsdamer Thor passiren. Den Exerzierplatz schloss ein Bretterzaun und das Königliche Jagdzeug ab. König Friedrich Wilhelm II., der sich für Blanchard in hohem Grade interessirte, wohnte mit seinem Hofe selbst dem Abschluss der Ballonfüllung bei.

40 Minuten nach 3 Uhr wurde das Luftfahrzeug losgelassen. Es erreichte bald ansehnliche Höhe, von der aus der Aëronaut sich noch immer durch Fahnenschwenken den jubelnden Zuschauern bemerkbar zu machen wusste. Zwei kleine Hunde, welche die Auffahrt in der Gondel mitgemacht hatten, wurden nach 7 Minuten, aus etwa 3000 Fuss Höhe, mittelst Fall-

schirmes, herabgelassen. Sie erreichten unversehrt den Erdboden an der Papiermühle, hinter dem Gesundbrunnen.

Blanchard selbst landete ebenfalls glücklich, nach 35 Minuten, zwischen den Dörfern Buch und Carow, 2 Meilen von Berlin entfernt. Seine Rückkehr war eine festliche. Reitende Jäger gaben ihm, auf Königlichen Befehl, das Ehrengeleite. Auch viele Herren, die dem dahin eilenden Ballon zu Pferde nachgejagt und demselben beim Landen behülflich gewesen waren, folgten. Gegen $^1/_2$7 Uhr Abends traf Blanchard in Berlin ein, in einem ihm von dem Königl. Sekretär Dufour nachgeführten, offenen Wagen des Königl. Marstalls. Er begab sich, wie er nach seinen Vorstellungen gewöhnlich zu thun pflegte, in's Theater. Hier wurde er mit lebhaftesten Beifallsbezeugungen empfangen. König und Königin liessen sich über seine Fahrt Bericht erstatten. Der Monarch verehrte ihm eine prächtige, mit einem Medaillon und Brillanten reich geschmückte, überdies noch mit 400 Wilhelmsd'ors gefüllte, goldene Tabatière. Ebenso erhielt er von allen anderen Mitgliedern des Königl. Hauses namhafte Kostbarkeiten. Die Königin schenkte ihm eine goldene, emaillirte, reich mit Perlen besetzte Dose; die verwittwete Königin eine goldene, mit Brillanten eingefasste Uhr; der Kronprinz eine Brillantennadel; Prinz Ludwig 2 silberne Armleuchter; Prinzessin Friederike eine prächtige Uhr; Prinzessin Wilhelmine ebenfalls eine kostbare Uhr; Prinzessin Auguste einen Stock mit goldenem Knopf in Form eines Luftballons; Prinzessin Heinrich ein mit Perlen verziertes Etui; Prinz Ferdinand eine goldene, mit einem Medaillon, auf welchem die Luftfahrt dargestellt war, versehene, emaillirte Uhr; Prinzessin Ferdinand ein reiches Souvenir; deren Kinder: Prinzessin Louise ein goldenes Etui; Prinz Heinrich eine goldene Tabatière; Prinz Ludwig einen Stock mit goldenem Knopfe; Prinz August eine blau emaillirte, mit Goldborten eingefasste Schreibtafel. (Schluss folgt.)

Die Luftströmungen über Berlin, dargestellt nach den Ergebnissen dreijähriger in fortlaufender Reihe fortgesetzter Wolken- und Windmessungen *).

Von **Dr. F. Vettin.**

Die Beobachtungen, welche den im Folgenden mitgetheilten Verhältnissen der Luftbewegung zu Grunde liegen, umfassen den Zeitraum vom 1. April 1873 bis 1875 und 1. April 1877 bis 1878. Sie beziehen sich auf Richtung, Höhe und Geschwindigkeit der Wolken, sowie auf Richtung und Stärke des Windes.

Die bei der Bestimmung der Höhe und Geschwindigkeit der Wolken befolgte Methode besteht im Wesentlichen darin, dass zuerst aus der Zeit, in welcher die Wolke einen bestimmten Winkel am Himmel zurücklegt, die

*) Aus der „Meteorologischen Zeitschrift", Jahrgang 1882, mit Bewilligung des Verfassers entnommen. D. Red.

Geschwindigkeit gemessen wurde für den Fall, dass die Wolke in der Höhe einer Meile (24 000′) sich bewegte (projicirte Geschwindigkeit), und dann entweder die wirkliche Geschwindigkeit aus dem Laufe des Schattens, woraus sich alsdann die wirkliche Höhe ergiebt, oder die wirkliche Höhe aus der Zeit, wo die Wolke zuerst vor Sonnenaufgang oder zuletzt nach Sonnenuntergang noch beschienen war, woraus sich alsdann die wirkliche Geschwindigkeit ergiebt.

Zur Messung der Winkelgeschwindigkeit bediente ich mich einer camera obscura, die auf einem Stativ ruhend nach jeder beliebigen Gegend des Himmels gerichtet und festgestellt werden konnte. Das Bild der Wolke wird mittels Spiegels auf eine mattgeschliffene Glasplatte reflectirt. Auf derselben ist ein Mittelpunkt (C) angegeben, um ihn in einer gewissen Entfernung ein in 16 gleiche Theile getheilter Kreis; der obere Theilpunkt ist mit 0, der untere entgegengesetzte mit 8 bezeichnet, die dazwischen liegenden der Reihe nach zu beiden Seiten mit 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7. — Stellt man das Instrument so, dass ein sich hervorhebender Punkt einer Wolke auf dem Mittelpunkt C erscheint, so bewegt er sich in einer gewissen Zeit nach irgend einem Punkt der Peripherie, der alsdann durch einen dazu hergerichteten Zeiger markirt werden kann und beschreibt hierbei am Himmel einen Winkel, der ein- für allemal bestimmt ist und bei dem angewandten Instrument 195′ beträgt.

Denkt man sich parallel der Erdoberfläche eine Ebene in der Höhe einer Meile und jenen auf den Mittelpunkt (C) eingestellten Wolkenpunkt in dieser Ebene gerade im Zenith befindlich und nun nach beliebiger Richtung zur Peripherie (also um den $<$ 195′) vorrückend, so wird derselbe eine Strecke von $tg\ 195' \times 24\,000' = 1363'$ zurücklegen. Gebraucht dazu die Wolke t Sekunden Zeit, so ist die projicirte Geschwindigkeit pro Secunde $\frac{1363}{t}$ Fuss.

Dem kleinen Kreise auf der Glastafel entspricht in der eine Meile hoch gedachten Ebene im Zenith ein Kreis, dessen Radius 1363′ ist.

Ist die Wolke nicht im Zenith befindlich, muss man also die camera neigen (ein an derselben angebrachtes Pendel lässt auf einem Grundbogen die Neigung erkennen), so entspricht dem Kreise auf der Glastafel in jener eine Meile hohen Ebene eine Ellipse, und die Radien C 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, C 8 vergrössern sich. Eine kleine Tabelle, welche die berechneten Beträge der Vergrösserung für jeden Radius bei den verschiedenen Neigungen angiebt, dient dazu, die jedesmal erforderliche Rechnung leicht und ohne viel Zeitverlust bewerkstelligen zu können.

Ausserdem ist noch eine drehbare Windrose angebracht, deren NS-Linie jedesmal in den Meridian gestellt wird, um durch Vergleichung der Richtung des Wolkenzuges mit der Meridianlinie die Weltgegend, aus welcher her die Wolken kommen, zu bestimmen. In dieser Weise bildet der „Wol-

kenmesser“ ein bequemes, einfach zu handhabendes Instrument, um die projicirte Geschwindigkeit einer beliebigen Wolke, sofern sie nur irgend sich hervorhebende Stellen darbietet, sowie auch deren Zugrichtung mit Leichtigkeit zu bestimmen.

Ist aber die projicirte Geschwindigkeit bekannt, so lässt sich bei günstigem Wetter häufig aus der Geschwindigkeit, mit der sich der Schatten fortbewegt, die Höhe der Wolke bestimmen. Man hat die Proportion: die projicirte Geschwindigkeit : 24 000′ = wirkliche oder Schattengeschwindigkeit : gesuchten Höhe. Oder man bestimmt die Höhe aus der Zeit, die vergeht zwischen Sonnenuntergang und der letzten Beleuchtung der Wolke oder zwischen ihrer ersten Beleuchtung um Sonnenaufgang. Um diese Bestimmung in jedem Falle möglichst leicht machen zu können, waren die nöthigen Tabellen im Voraus berechnet.

Hat man die Höhe bestimmt, so ergiebt sich die wirkliche Geschwindigkeit, denn es verhält sich 24 000′ zur gefundenen Wolkenhöhe, wie die projicirte Geschwindigkeit zur wirklichen Geschwindigkeit.

Erstere Methode (Bestimmung der Höhe durch die Schattengeschwindigkeit) ist hauptsächlich bei den niedriger schwebenden Wolken anwendbar, die letztere (Bestimmung der Geschwindigkeit aus der Beleuchtung vor oder nach Sonnenauf- oder Untergang) bei den Wolken, die keinen deutlichen Schatten werfen, also besonders beim Cirrus.

Auf diese Weise habe ich eine grosse Menge Wolkenmessungen gemacht, in der Hoffnung, über die Luftströmungen in den höheren Regionen einigen Aufschluss zu erhalten, aber das Material war so lückenhaft, dass an irgend nennenswerthe Resultate nicht zu denken war, doch wurden wenigstens die Wege bemerkbar, auf denen man der Sache näher zu kommen hoffen durfte.

Es zeigte sich nämlich, dass die Wolken bei zunehmender Höhe in einer ganz bestimmten Weise ihre Form verändern.

Die am tiefsten ziehenden Wolken haben unbestimmtere Umrisse, sind lockeren Nebelmassen ähnlich, ziehen meist mit scheinbar grosser Geschwindigkeit.

Wolken dieser Form habe ich 174mal gemessen. Zwischen 500 und 1000′ Höhe schwebten sie 27mal, zwischen 1000 und 2000′ 107mal, zwischen 2000 und 3000′ 35mal, zwischen 3000 und 4000′ 5mal. Darüber hinaus lagen keine Messungen vor. Als mittlere Höhe ergab sich 1560′.

Indem diese Wolken sich heben, werden ihre Umrisse bestimmter, sie bekommen eine mehr oder weniger geballte Form, zeigen, wenn sie beleuchtet sind, tiefe Schatten und helle Lichter. In dieser so ausgebildeten Form habe ich die Wolken 246mal gemessen und zwar

	9	64	72	53	37	8	2	1mal in Höhen
zwischen	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9000 Fuss.

Sie kamen also zwischen 3000 und 4000′ am öftesten vor und ihre mittlere Höhe betrug 3780′.

Ueber diesen findet man wiederum Wolken, die ein ganz anderes Aussehen haben. Es sind kleinere Wölkchen mit zarteren Schatten und Lichtern, zu allermeist truppweise auftretend, in irgend welcher Weise regelmässig gruppirt, dem Himmel bisweilen ein marmorirtes Ansehen gebend. Diese Wolkenform habe ich 128mal gemessen.

Sie fand sich	6	4	9	36	34	26	7	6mal in Höhen
zwischen	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11 000′.

Sie kam also am häufigsten vor in einer Höhe zwischen 6—8000′ und als mittlere Höhe ergab sich 7200′.

Ueber diesen Wölkchen und hoch hinauf, soweit noch sichtbare Ausscheidungen von Wasserdampf stattfinden, zeigen sich die bekannten Formen des Cirrus: Streifen, Federn, Schäfchen etc. von weisslicher Farbe.

Den Cirrus habe ich 139mal gemessen. Er schwebte

	9	13	10	33	13	13mal
in Höhen zwischen	9—10	10—11	11—12	12—13	13—14	14—15000′,
und weiter	10	7	3	4	4	3mal
in Höhen zwischen	15—16	16—17	17—18	18—19	19—20	20—21000′,

endlich	6	4	2	2	1	1	1mal
in Höhen zwisch.	21—22	22—23	23—24	24—25	28—29	29—30	32—33000′.

Derselbe kommt demnach am häufigsten vor, einmal zwischen 12—13000′ und dann zwischen 21—23 000′. Die mittlere Höhe des Cirrus von 9000′ bis zur Mitte des seltensten Vorkommens bei 19 000′ beträgt 12 800′, die des höheren Cirrus von 19 000—33 000′ circa 23 000′.

Obwohl in allen Höhen bis zur Grenze, wo überhaupt noch Niederschläge stattfinden, Wolken beobachtet werden, giebt es hiernach 5 Regionen, in denen sie sich vorzugsweise bilden. Die mittleren Höhen dieser Regionen sind 1560′, 3780′, 7200′, 12800′ und 23000′. Sie sind weiterhin in folgender Weise benannt: 1. Region des unteren Gewölks (Zeichen ⌒⌒), 2. Region der Wolken (⌒⌒⌒), 3. Region der Wölkchen (⌒⌒), 4. Region des unteren (┐) und 5. des oberen Cirrus (⌉).

Eigenthümlich sind die Verhältnisse des Luftdrucks in diesen 5 Höhenschichten.

Die Abnahme desselben mit zunehmender Höhe ist verschieden bestimmt. Nimmt man das Mittel der Angaben nach Laplace, Bessel, Young, Schmidt, Ivory, Lubbock und Bauernfeind*), so erhält man

für die Höhen	0	1600	3200	4800	6400	8000	16000 m
oder	0	5100	10200	15300	20400	25500	51000′
den Luftdruck	0,760	0,624	0,510	0,412	0,329	0,257	0,069 m
oder 760 mm ×	1,0	0,821	0,670	0,542	0,433	0,339	0,091.

*) Siehe Bauernfeind, „Atmosphärische Strahlenbrechung“, München 1864, I. Abschnitt, Seite 3, Tafel II.

Daraus ergiebt sich durch graphische Bestimmung der Luftdruck für

	A	ΔI	II	III		A	ΔI	II	III
0' = 760 mm ×	1,000				oder abgekürzt ×	1			
		59					6		
1600	0,941		20			0,94		2	
		79		11			8		1
3800	0,862		31			0,86		3	
		110		11			11		1
7200	0,752		42			0,75		4	
		152		11			15		1
12800	0,600		53			0,60		5	
		205					20		
22600	0,395					0,40			

Die Zahlen der Reihe *A* bilden mithin eine arithmetische Reihe, in der die dritten Differenzen gleich sind.

Diese 5 Regionen habe ich nun gewählt, um vorerst in ihnen die Verhältnisse der Luftbewegung zu bestimmen.

Man kann zu jeder Zeit, wo Wolken überhaupt sichtbar sind, die projicirte Geschwindigkeit messen, dagegen die wirkliche Geschwindigkeit oder Höhe nach der hier angewandten Methode nur bei günstiger Sonnenbeleuchtung. Durch die Wahl dieser Höhenregionen ist man nun im Stande, eine Menge Wolken, deren exacte vollständige Messung unmöglich, deren projicirte Geschwindigkeit aber bestimmt ist, zu verwerthen. Denn durch ihre Gestalt und Form lassen sie sich mit Sicherheit einer jener Höhenregionen zuweisen und alsdann ist auch ihre wirkliche Geschwindigkeit aus der gemessenen projicirten leicht zu bestimmen.

Indess gilt dieser Vortheil nur für Wolken der drei unteren Schichten, er gilt nicht für die grossen Gebilde des aufsteigenden Luftstromes (Cumulus) und ebenso nicht für den so wichtigen Cirrus.

Der Cumulus findet sich in allen Höhen, er steigt selbst über den Cirrus, die höchste gemessene Höhe betrug 15000', es bleibt nichts übrig, als ihn in jedem Fall zu messen, was meist leicht gelingt.

Die weitaus grössten Schwierigkeiten macht der Cirrus, da man ihn als solchen wohl erkennen, aber nicht nach der Form unterscheiden kann, ob er der unteren oder der oberen Cirrusregion angehöre. Hier führen die projicirten Geschwindigkeiten zum Ziel.

Um zu ergründen, wie dieselben sich mit zunehmender Höhe ändern, wurden die gemessenen Wolkenhöhen von 1000 zu 1000' geordnet und für jede Höhenstufe die mittlere projicirte Geschwindigkeit gesucht.

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Mittel sind das Resumé sämmtlicher vollständigen Messungen während der beiden ersten Jahre. Für die höheren Regionen, wo vollständige Messungen immer spärlicher werden, sind mehrere Höhenstufen zu einem Mittel zusammengezogen.

Wolkenhöhe	Anzahl der Messungen	Summe der projicirten Geschwindigk.	Mittel derselben	Summe der wahren Geschw.	Summe der Höhe	Mittlere wahre Geschw.	Mittlere Höhe	Daraus berechnete projicirte Geschw.
500—1000'	40	32899	823	1233	32110	30,8	803	920
1000—1500	69	43905	636	2211	84280	32	1220	630

1500—2000	68	36776	540	2579	114910	38	1690	540
2000—3000	150	50570	337	5109	366680	34	2440	335
3000—4000	150	33738	225	4892	516520	32,6	3140	228
4000—5000	126	23063	183	4333	563760	34,4	4470	185
5000—6000	117	16741	143	3750	629430	32	5380	143
6000—7000	83	11872	143	3219	539250	38,8	6500	144
7000—8000	69	7896	114	2433	509100	35,3	7380	115
8000—9000	51	5667	111	1991	428200	39	8400	112
9000—10000	24	2299	95,8	897	224580	37,4	9360	95,7
10000—11000	17	1401	82,4	590	172600	34,7	10200	81,5
11000—12000	13	1213	93,3	586	119100	45,1	11500	91,3
12000—13000	21	2024	96	1033	257700	49,2	12300	95,9
9000—13000	75	6937	92,5	3106	804000	41,4	10700	92,7
13000—14000	8	681	85,1	375	106200	46,9	13300	84,4
14000—15000	9	832	92,5	498	128500	55,3	14300	92,9
15000—16000	8	416	52	261	121500	32,6	15200	51,5
16000—17000	4	242	60,5	163	64600	40,8	16150	60,8
17000—18000	2	89	44,5	66	35600	33	17800	44,5
18000—19000	3	184	61,3	138	54000	46	18000	61,2
19000—20000	2	185	92,5	148	38600	74	19300	91,8
13000—20000	36	2629	73	1649	549000	45,8	15300	71,9
20000—21000	1	27	27	22	20000	22	20000	27
21000—22000	2	92	46	82	42600	41	21300	46,3
22000—23000	3	127	42,3	117	66500	39	22200	42,1
23000—24000	1	28	28	27	23000	27	23000	28
24000—25000	1	50	50	50	24000	50	24000	50
25000—28000	1	80	80	90	27000	90	27000	80
28000—29000	1	89	89	106	28000	106	28000	89
29000—33000	1	70	70	94	32000	94	32000	70
19000—33000	11	563	51,2	588	26310	53,5	23900	53,4
								C'.

Zeichnet man nach den in der Reihe C' angegebenen Werthen eine Kurve, so kann man für die oben erwähnten Höhen die projicirten Geschwindigkeiten C' graphisch bestimmen und findet alsdann für

das untere Gewölk in der Höhe . . .	1560	$C' = 600'$
die Wolken	3780	= 216
die Wölkchen	7200	= 123
den unteren Cirrus	12800	= 83
den oberen Cirrus	23000	= 57

Diese Zahlen stehen im Verhältniss etwa von

10 : 3,5 : 2 : 1,5 : 1.

Hiernach hat der obere Cirrus eine um $^1/_3$ geringere projicirte Geschwindigkeit, als der untere.

Nun waren während der drei Jahre überhaupt an 261 Tagen gleichzeitig Cirrusformen von verschiedener projicirter Geschwindigkeit am Himmel. Es fanden sich folgende Werthe für die grösseren und kleineren C.

Anzahl der Tage	Summe der grösseren C'	Summe der kleineren C'	Mittel der grösseren C'	Mittel der kleineren C'	
87	7779	5098	90	59	Sommer
59	5393	3171	91	53,8	Herbst
22	2610	1640	119	75	Winter
93	9432	6494	101	70	Frühling
261	25214	16403	97	63	3 Jahre.

Wiederum ungefähr dasselbe Verhältniss

$$97 : 63 = 1,5 : 1.$$

Es ist also einerseits constatirt, dass der Cirrus, obwohl er in allen Höhen einer gewissen Region (zwischen 9000 und 33000′) vorkommt, doch vorzüglich häufig in zwei Gegenden gefunden wird, nämlich in 12800 und 23000′ Höhe (unterer und oberer Cirrus) und dass die mittlere projicirte Geschwindigkeit des unteren um die Hälfte grösser ist als die des oberen.

Anderseits findet man, wenn gleichzeitig Cirrusformen von verschiedener projicirter Geschwindigkeit vorkommen, die grösseren C' durchschnittlich um die Hälfte grösser als die kleineren.

Daraus muss man schliessen, dass der Cirrus überhaupt sich vorwiegend in jenen zwei Regionen bewegt, deren mittlere Höhe respective 12800 bis 23000′ beträgt und in jedem einzelnen Fall darf man da, wo Cirrusformen mit sehr verschiedener projicirter Geschwindigkeit gleichzeitig am Himmel vorkommen, annehmen, dass derjenige mit der grösseren zum unteren, derjenige mit der um etwa $^1/_3$ kleineren zum oberen Cirrus gerechnet werden müsse.

Nun sind aber in vielen Fällen die projicirten Geschwindigkeiten verschiedener gleichzeitig am Himmel sichtbarer Cirruswolken wenig oder gar nicht verschieden, deuten also darauf hin, dass diese Wolkenformen alle in einer Höhe schweben, man kann dann aber ohne Weiteres nicht entscheiden, ob der fragliche Cirrus zum oberen oder zum unteren zu rechnen sei.

Indess, wie die projicirten Geschwindigkeiten beim oberen und unteren ein gewisses Verhältniss (2 : 3) zu einander haben, so findet man auch zwischen denen des einen oder des anderen Cirrus und den unteren Wolkenschichten, also der Wölkchen, der (geballten) Wolken und des unteren Gewölks ein constantes mittleres Verhältniss, wie oben angegeben.

Da die projicirten Geschwindigkeiten einer und derselben Wolkenart, wie man beim oberen und unteren Cirrus sieht, mit den Jahreszeiten sich ändern, so habe ich die Jahreszeitenmittel der C' für die drei unteren Wolkenformen bestimmt. Die Resultate enthält die folgende Tabelle. Die ein-

geklammerten Zahlen geben die Anzahl der Messungen, aus denen das betreffende Mittel gewonnen ist.

	Unteres Gewölk	Wolken	Wölkchen	Unterer Cirrus	Oberer Cirrus
Sommer .	$C=$ 492 (168)	151 (318)	98 (277)	90	59
Herbst .	650 (154)	231 (229)	128 (217)	91	54
Winter .	770 (173)	277 (157)	149 (108)	119	75
Frühling .	590 (180)	182 (317)	110 (246)	101	70
Jahr . .	626 (675)	198 (1021)	116 (848)	97	63

und daher die Verhältnisse der projicirten Geschwindigkeit die des oberen Cirrus = 1 gesetzt.

	Unteres Gewölk	Wolken	Wölkchen	Unterer Cirrus	Oberer Cirrus
Sommer .	8,5	2,5	1,6	1,5	1
Herbst .	12	4,3	2,4	1,7	1
Winter .	10,3	3,7	2	1,6	1
Frühling .	8,4	2,6	1,6	1,4	1
Jahr . .	10	3,2	1,9	1,5	1

Hat man also nur einen Cirrus gemessen oder hat man bei mehreren gleichzeitig sichtbaren Cirrusformen dieselben oder nahe dieselben projicirten Geschwindigkeiten gefunden, so kann man aus dem Verhältniss der letzteren zu denen anderer zur nämlichen Zeit beobachteter Wolkenformen entscheiden, ob der beobachtete Cirrus zum oberen oder zum unteren gehöre.

Die hiernach auf's Neue bestimmten Mittel der C' für untere und obere Cirrus aus allen Messungen der drei Jahre (in Summa 1044) ergeben die folgenden Werthe. Die eingeklammerten Zahlen entsprechen wiederum der Anzahl der Messungen.

	Unterer Cirrus	Oberer Cirrus
Sommer . . .	$C'=$ 83 (219)	54 (141)
Herbst . . .	97 (150)	59 (111)
Winter . . .	114 (57)	72 (46)
Frühling . . .	94 (184)	62 (136)
Jahr	92,6 (610)	59,8 (434)

C' des oberen Cirrus = 1 gesetzt, ändern sich die Verhältnisse der projicirten Geschwindigkeit bei den Wolkenschichten in der folgenden Weise:

	Unteres Gewölk	Wolken	Wölkchen	Unterer Cirrus	Oberer Cirrus
Sommer .	9	2,8	1,8	1,5	1
Herbst .	11	3,9	2,2	1,6	1
Winter .	11	3,8	2,1	1,6	1
Frühling .	9,5	2,9	1,8	1,5	1
Jahr . .	10	3,3	2	1,5	1

Nach alledem ist man also im Stande, auch in solchen Fällen, wo keine exakte Höhenmessung möglich ist, wenigstens die mittlere Höhe der Wolke zu bestimmen, indem man bei den drei unteren Arten die besondere äusserst leicht und ganz bestimmt zu unterscheidende Form, bei den beiden Arten

des Cirrus die Verhältnisse der projicirten Geschwindigkeiten als maassgebend in Betracht zieht.

Aus der Höhe und der jedesmal beobachteten projicirten Geschwindigkeit ergibt sich alsdann die wirkliche Geschwindigkeit.

Die mittlere Höhe H jeder Wolkenart ist aber in den verschiedenen Jahreszeiten eine verschiedene, wie dies aus folgender Zusammenstellung der vollständig gemessenen Wolkenformen hervorgeht, die eingeklammerten Zahlen bedeuten wieder die Anzahl der Messungen.

	Unteres Gewölk	Wolken	Wölkchen	Unterer Cirrus	Oberer Cirrus
Sommer .	$H =$ 1730′ (38)	4180 (63)	7630 (30)	14400 (10)	—
Herbst .	1610 (45)	3730 (57)	7000 (42)	13300 (34)	—
Winter .	1410 (40)	3170 (31)	6290 (21)	11700 (7)	—
Frühling .	1630 (81)	3770 (119)	7440 (60)	12400 (33)	—
Jahr . .	1599	3780	7200	12900	23000 (17)

Bei dem obern Cirrus sind die Höhenänderungen in den Jahreszeiten aus den wenigen Messungen nicht sicher zu ersehen. Um aber doch über diese für die Bestimmung der wirklichen Geschwindigkeit so einflussreichen Aenderungen Aufschluss zu erhalten, habe ich einen anderen Weg eingeschlagen.

Setzt man in der letzten Tabelle die Höhen des unteren Gewölks = 1, so erhält man für die der anderen Wolkenarten die folgenden Verhältnisse.

	Unteres Gewölk	Wolken	Wölkchen	Unterer Cirrus	Oberer Cirrus
Sommer .	1	2,4	4,4	8,3	—
Herbst .	1	2,3	4,4	8,3	—
Winter .	1	2,3	4,5	8,3	—
Frühling .	1	2,3	4,55	7,6	—
Jahr . .	1	2,4	4,5	8,2	14,4

Das Steigen der vier unteren Wolkenschichten in der warmen, das Sinken in der kalten Jahreszeit findet immer in demselben Verhältniss wie beim Jahresmittel statt, und man ist daher berechtigt, anzunehmen, dass die fünfte, höchste Schicht, d. h. der obere Cirrus sich diesem Gesetze anschliessen werde. Für diesen war das Verhältniss der Höhe zur Höhe der untersten Schicht im Jahresmittel etwa 14,4 : 1. Daraus kann man die Jahreszeitenhöhen des oberen Cirrus erschliessen. Sie würden sein im

Sommer	Herbst	Winter	Frühling
24900	23200	20200	23500

Legt man das Höhenverhältniss des oberen Cirrus zur zweiten Schicht (Wolken), also 23000 : 3780 oder 6,08 : 1 zu Grunde, so erhält man:

25400	22700	19300	22900

ebenso das Höhenverhältniss zur dritten Schicht (Wölkchen) zu Grunde gelegt

24300	22300	20100	23700

und endlich das zur vierten Schicht (unterer Cirrus) zu Grunde gelegt

25800	23800	20900	22000

Als Mittel dieser vier Bestimmungen erhält man endgiltig im

	Sommer	Herbst	Winter	Frühling
Höhe des oberen Cirrus . .	**25100**	**23000**	**20100**	**23100**

Nach diesen und den auf Seite 274 angegebenen Höhenwerthen der fünf Wolkenschichten kann man Curven zeichnen, aus deren Gange weiter sich die mittleren Höhen einer jeden Wolkenschicht für die einzelnen Monate annähernd bestimmen lassen. Man erhält auf diese Weise die folgenden mittleren Höhen:

Sommer			Herbst			Winter			Frühling		
Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	März	April	Mai
Unteres Gewölk											
1740	1750	1740	1720	1670	1550	1430	1360	1420	1520	1610	1690
Wolken											
4100	4160	4100	3950	3800	3460	3090	2930	3200	3580	3820	3960
Wölkchen											
7640	7640	7600	7420	6940	6600	6280	6200	6400	7000	7420	7600
Unterer Cirrus											
14400	14700	14400	13800	13000	12300	11800	11500	11700	11900	12400	13400
Oberer Cirrus											
25000	25200	24900	24200	23100	21900	20300	19900	20600	22000	23400	24400

Wo vollständige Messungen nicht möglich waren und die Wolken nach Maassgabe ihrer Gestalt und projicirten Geschwindigkeit der einen oder der anderen Schicht zugewiesen werden konnten, sind dann nach dieser Tabelle die der Zeit des Jahres entsprechenden Höhen zu Grunde gelegt und daraus die wirklichen Geschwindigkeiten berechnet.

Es wird hierbei angenommen, dass alle einer Schicht angehörigen Wolken in einer Ebene befindlich seien. Diese Annahme entspricht selbstverständlich nicht der Wirklichkeit, denn die Wolken kommen in allen Zwischenhöhen vor, aber, indem man die einer Schicht nächstgelegenen niederen zu hoch und die höher gelegenen zu niedrig ansetzt, gleichen sich bei grosser Menge der Beobachtungen die Fehler aus, und das mittlere Resultat bleibt annähernd richtig und der wirklichen Sachlage entsprechend.

Windrichtung und Geschwindigkeit wurden womöglich in fortlaufender Reihe für jeden $^1/_4$ Tag bestimmt, Wolkenrichtung, Höhe und Geschwindigkeit selbstverständlich nur bruchstückweise, wenn eben Wolken vorhanden waren und angenommen, dass während eines $^1/_4$ Tages (Zeiteinheit) die Verhältnisse der Luftbewegung so bleiben, wie sie zur Zeit der innerhalb dieser Zeiteinheit fallenden Beobachtung (die meist ein Mittel mehrerer in dieser Zeit angestellten Messungen ist) stattfanden. (Schluss folgt.)

Erscheinungen an lebenden Flugthieren,

welche durch die mechanische Leistung der Letzteren hervorgerufen werden oder auf dieselbe Bezug haben und wahrscheinlich die Grundlagen des bisher noch nicht formulirten allgemeinen Fluggesetzes andeuten.

1. Alle Fluggeschöpfe sind ausmahmslos schwerer als die Luft, welche sie durch ihre Volumen verdrängen.

2. Alle Flugthiere, welche sich direkt vom Erdboden durch eigene Muskelkraft in die Luft zu erheben vermögen, haben ausnahmslos ein auf die Luft bezogenes viel geringeres spezifisches Gewicht als die Landthiere oder jene Flugthiere (Fledermäuse etc.), welche, um sich in die Luft erheben zu können, zuerst von einer Höhe fallen müssen, um mit Hülfe der dadurch aufgesammelten lebendigen Kraft und ihrer Muskelkraft, welche letztere, allein angewendet, zur Hebung ihres Körpers nicht ausreichend ist, den Flug zu vollführen.

3. Die Pneumacität der Vögel dient vorzüglich dazu, das spezifische Gewicht derselben zu verringern.

4. Sobald das spezifische Gewicht der vollkommenen Flieger in irgend einer Art wesentlich vermehrt wird, so wird das Flugvermögen dieser Thiere entweder bedeutend vermindert oder aber ganz vernichtet.

5. Eine Verletzung der Schlagorgane (Flügel) der vollkommenen Flieger reduzirt oder vernichtet das Flugvermögen derselben, weil der Effekt des Flügelschlages alterirt wird.

6. Die vollkommenen Flieger vermögen, in Folge der ihnen zugemessenen Muskelkraft und ihres geringen specifischen Gewichtes, ausser ihrem absoluten Gewichte in der Regel noch die gleiche Last in die Luft zu tragen, aber nur auf relativ geringe Höhen mit geringer Geschwindigkeit und ausserordentlicher Anstrengung. Es beweisst das, dass zwischen dem spezifischen Gewichte, welches der Maassstab der Kraftleistung ist, und der Triebkraft bei den vollkommenen Fliegern ein Verhältniss obwaltet, welches ausnahmslos bei allen vollkommenen Fliegern in gleicher Art vorgefunden wird. Die Muskelkraft muss ein bestimmtes absolutes Gewicht haben können.

7. Der Kraftaufwand, welchen die vollkommenen Flieger beim Aufflug zu äussern haben, hängt von dem Neigungswinkel ab, unter welchem derselbe erfolgt. Je steiler der Aufflugwinkel ist, desto grösser die Kraftaufwendung und desto geringer die Geschwindigkeit des Aufsteigens pro Sekunde.

8. Vollkommene Flieger vermögen zwar von ihrem Standorte ganz horizontal abzufliegen und sich in dieser Flugrichtung zu erhalten, aber mit nur geringer Geschwindigkeit und grossem Kraftaufwande. Erst dann, wenn die Vögel eine gewisse Zeit schräg abwärts geflogen sind und dadurch ein Bewegungsmoment von Bedeutung erlangt haben, vermögen sie diese be-

schleunigte Bewegung durch einige Zeit auf die angenommene Horizontale oder aufsteigende Richtung zu übertragen.

9. Wenn die Vögel horizontal oder aufwärts fliegen, so ist die Längenachse ihres Körpers ausnahmslos aufwärts in der Flugrichtung gerichtet, d. h. der Neigungswinkel der Achse mit der Horizontalen ist positiv. Sobald die Vögel abwärts fliegen, und sei es auch nur in einem Winkel von einigen Minuten Grösse, so ist die Körperachse ausnahmslos abwärts gerichtet, der Neigungswinkel mit der Horizontalen wird dann negativ.

10. Die Fluggeschwindigkeit bei nach abwärts gerichteter Fluglinie ist um so grösser, je schräger der Abflug erfolgt. Der Abflug in abwärts gerichteter Linie erfolgt ausnahmslos in allen Fällen mit einer Geschwindigkeit, welche ein Vielfaches derjenigen ist, welche der Vogel einhalten kann, wenn derselbe horizontal oder aufwärts fliegt, weil nur beim Abwärtsflug die Körperschwere zur Beschleunigung des Fluges als Ergänzung der mechanischen Triebkraft dienen kann; beim Horizontal- und Aufwärtsflug muss, weil eine gleichzeitige Hebung des Körpergewichtes stattzufinden hat, die Schwere verzögernd auf die Fluggeschwindigkeit einwirken. Demgemäss ist auch die Zahl der Flügelschläge in gleichen Zeiträumen eine sehr verschiedene; beim Aufwärtsflug nimmt die Zahl der Flügelschläge mit der Steilheit zu, je langsamer daher der Flug ist, desto mehr Flügelschläge in gleicher Zeit erfordert er. Beim Abwärtsfluge dagegen kann die Zahl der Flügelschläge, wenn eine Lenkung nicht stattzufinden hat, Null sein.

11. Die Vögel fliegen in der Regel kurze Strecken aufwärts und lange Strecken unter sehr flachem Winkel abwärts; sie suchen also ihre Hebung, der damit verbundenen Kraftanstrengung wegen, auf kurze Zeiträume zu koncentriren, um möglichst lange auf ihren Flügeln auszuruhen und durch Benutzung der Kraft ihres gehobenen Gewichtes vorwärts zu kommen.

12. Jede Vogelgattung hat bei einer bestimmten Neigung der Achse das grösste Flugvermögen. Dieser Neigungswinkel bestimmt sich nach den Widerstandsverhältnissen nach vorne und nach unten. Je grösser die Flügelflächen, desto kleiner ist der günstigste Abflugwinkel.

13. Die Vögel äussern dann die grösste Kraftanstrengung, wenn sie es versuchen, auf einem Punkte im Raume still zu stehen.

14. Volle Flügelschläge üben die Vögel nur beim gradlinigen Flug über der Horizontalen aus. Beim Abwärtsfluge werden die Flügel nur zur Lenkung benutzt und bewegen sich zu dem Ende die Flügelkanten nur wenige Grade auf- oder abwärts. Die unteren Flügelflächen berühren dabei niemals die Seitenflächen des Körpers.

15. Den Vögeln gelingt es, mit Leichtigkeit von der anfänglich schrägen und geraden Abfallslinie in die Horizontale oder aufwärts gerichtete Fluglinie überzugehen. Sie bewirken diese Ablenkung durch ihr Bewegungsmoment, dann durch leise Flügelschläge und Veränderung der Lage ihrer Körperachse.

16. Zugvögel unternehmen ihre Heimreise in der Regel erst dann, wenn eine diese begünstigende Windrichtung (die sie tragen hilft) eingetreten ist.

17. Man kann mit so ziemlicher Sicherheit annehmen, dass der Fernflug der Vögel lediglich eine Druckwirkung ihres Eigengewichtes und der richtigen Segelstellung ihrer Flügel ist; die Muskelkraft der Vögel wird nur zur Hebung und Lenkung und zum schrägen Aufwärtsfluge benutzt.

18. Der Wellenflug der Vögel scheint eine Verminderung des Muskelkraftaufwandes zu bewirken.

19. Die gerühmte Ausdauer beim Fluge der Vögel ist nur vorhanden, wenn dieselben unter flachem Winkel abwärts oder in Wellen fliegen; beim geraden Aufwärts- und Horizontalflug ermüden sie sehr rasch, daraus resultirt, dass die Flugbahn der Vögel in der Regel ein Zickzack sein wird.

20. Die Kreise, welche die Raubvögel mit ruhigen Fittigen beschreiben, sind Schraubenlinien, deren Abstand untereinander bei verschiedenen Vogelgattungen auch verschieden gross ist. Durchgelegte Flächen bilden zur Horizontalebene einen Winkel von verschiedener Grösse, welcher bei gleichen Gattungen gleich ist.

21. Aus dem Knochenbau der Vögel scheint mit Evidenz hervorzugehen, dass dieselben ihre Flügel nur senkrecht auf ihre Körperachse mit Kraft niederschlagen können. Es ginge hieraus hervor, dass der Flügelschlag wirklich nur zur Hebung ausgenutzt werden kann und ein Vorwärtskommen durch den Flügelschlag nur durch Kombination mit der Kraft der Schwere des Vogelkörpers und der Ablenkungseigenschaft der schiefen Ebene der Segelfläche zu erzielen sei.

22. Alle durch die Mechanik des Vogelfluges dem Auge sichtbar werdenden Erscheinungen lassen sich ungezwungen auf das Problem der durch eine mechanische Triebkraft gehobenen oder gesenkten schiefen, beweglichen und gewichtigen Ebene zurückführen und die einzelnen Rechnungsresultate, welche durch die Lösung der bei der steigenden und fallenden schiefen Ebene vorkommenden Fragen gefunden werden, können sofort auf den Vogel angewendet werden. Hieraus geht hervor, dass, sobald die Dimension und das Gewicht eines Vogels bekannt ist, das Krafterforderniss für den Flug unter bestimmtem Neigungswinkel, sowie die mit dieser Kraft zu erzielende Fluggeschwindigkeit mit absoluter Genauigkeit berechnet werden kann und somit die Nachahmung des Vogelfluges lediglich davon abhängig ist, ob man bei künstlichen Apparaten spezifisches Gewicht, Kraft und Segelfläche der Vögel genau proportional zu übertragen in der Lage ist.

Wien, 1885. P.

Bemerkungen über das Aluminium.

Von **R. Mewes.**

(Schluss.)

Nimmt man zur Berechnung der in einem Jahre möglichen Wasserentwickelung den Mittelwerth von 60 ccm H pro Stunde an, so würden

jene 4 Meidinger 60 . 24 . 365 ccm, also 0,5256 cbm H liefern. Die Kosten hierfür, ungerechnet des Lohnes für Beaufsichtigung und Instandhaltung der Batterien, betragen im Ganzen 56 Mk. Demnach würden die Unkosten für die Gewinnung der doppelten Gasmenge, also für 1,0512 cbm 112 Mk. betragen. Nach Faraday's Gesetz der festen elektrolytischen Aktion würde man mittelst der obigen Elemente, da 1,0512 cbm H 94,18752 g wiegen, etwa 857,1 g Aluminium erhalten, so dass also die Herstellung eines Kilogramm Aluminiums aus Al_2 Cl_6 etwa 130 Mk. kosten würde. Wenn auch die elektrolytischen Aequivalente nicht durchweg und genau mit den chemischen übereinstimmen, so ist doch in diesem Zusammenhange das Ersetzen der einen durch die anderen gestattet, da die Abweichungen zu gering sind, als dass sie die Rechnungsresultate mit grossen Fehlern behaften könnten. Rechnet man zu den obigen 130 Mk. noch den Preis für die zur Elektrolyse nöthigen 5 kg Al_9 Cl_6 und die Kosten für sonstige Ausgaben, so steigert sich der Preis eines Kilogramm von 130 Mk. auf ungefähr 150 Mk. Würde man aber bei fabrikmässiger Gewinnung des Aluminiums auf diesem Wege in derselben Weise, wie dies in der deutschen Reichspost geschieht, die verbrauchten Materialien von Neuem verwerthen zur Wiederherstellung der Substanzen, welche zur Unterhaltung der Batterien erforderlich sind, so müssten sich die Herstellungskosten pro Kilogramm Aluminium um die Hälfte verringern, würden also dann etwa nur 50 bis 70 Mk. betragen, da dann nur die Wiederherstellungskosten der Materialien in Rechnung zu bringen sind. Ein bedeutend günstigeres Resultat erzielt man bei der Anwendung der neuen Bunsen'schen Chromsäure-Elemente; denn für eine Batterie aus 40 Elementen, deren Gläser je 2 Liter Inhalt haben, werden 6,182 kg doppeltchromsaures Kali, 6,282 Liter Schwefelsäurehydrat und 60,47 Liter Wasser gemischt, und nachdem das Salz gelöst ist, die Flüssigkeit in die Elemente vertheilt.

Nach Wiedemann beträgt die Stärke eines jeden dieser Elemente im Anfang 2,3 Daniel, nimmt aber nach einiger Zeit ab, so dass man im vorliegenden Falle als Mittelwerth der Kraft den zweier Meidinger'schen Elemente wählen kann. Demnach würde man mit Hülfe 40 solcher Bunsen-Elemente in einem Jahre mindestens 20 . 0,8571 kg oder etwa 17 kg Aluminium erhalten können. Nach den mir vorliegenden Daten werden diese Elemente nebst den Unkosten für Materialverbrauch während eines Jahres eine Summe von 200 Mk. nicht ganz erreichen; folglich wird es möglich sein, bei Benutzung derselben ein Kilogramm Aluminium aus Al_2 Cl_6 für ungefähr 10 Mk. abzuscheiden, so dass die Gewinnung eines Kilogramm des Metalls, wenn man für Aluminiumchlorid und sonstige Nebenkosten 20 Mk. ansetzt, für 30 bis 40 Mk. als nicht zu niedrig angenommen erscheinen wird. Ich halte mich sogar zu der Ansicht berechtigt, dass bei Fabrikbetrieb sich die Herstellungskosten sogar noch bis auf 20 Mk. pro Kilogramm werden reduziren lassen, denn das als Nebenprodukt gewonnene

Chlor kann gleichfalls verwerthet werden. Um täglich 15 bis 30 kg Aluminium zu gewinnen, würden 15 000 bis 30 000 Elemente erforderlich sein. Auf die technische Einrichtung der Apparate an diesem Orte näher einzugehen, halte ich nicht für nöthig; ich will nur soviel bemerken, dass die Schwierigkeiten, welche in der Praxis namentlich bei der Wegführung des abgeschiedenen Metalls aus der zur Elektrolyse benutzten Substanz sich zeigen, bei rationeller Konstruktion thatsächlich beseitigt und gehoben werden können. Leichter als beim Aluminium lässt sich diese Aufgabe bei den leicht schmelzbaren Metallen Kalium, Natrium und Magnesium durchführen. Die elektrolytische Massengewinnung der zuletzt aufgeführten Metalle wird sich als sehr gewinnbringend erweisen, wenn es gelingt, eine Batterie zu konstruiren, welche ein Kilogramm dieser Metalle elektrolytisch zu gewinnen gestattet und nicht mehr Unkosten als 1 bis 2 Mk. bereitet. Solche Batterien existiren; es sind dies die Grove'schen Gasbatterien. Dieselben besitzen ausser ihrer grossen Konstanz und Billigkeit noch den schätzbaren Vorzug, dass die Bedienung von 30 000 und mehr Elementen mit Bequemlichkeit durch eine Person besorgt werden kann, einen Vorzug, den sie mit den erwähnten Bunsen'schen Chromsäurebatterien gemeinsam haben. Die Grove'schen Gasbatterien gedenke ich später in wenig veränderter Form nicht nur zur elektrolytischen Metallgewinnung zu verwerthen, sondern werde auch versuchen, dieselben so einzurichten, dass sie die Konstruktion eines leichten aber kräftigen Elektromotors für Luftschifffahrtszwecke gestatten. Zunächst liegt mir ob, die Verwendbarkeit derartiger Batterien zu dem ersten Zwecke nachzuweisen. Ausser den Glasgefässen hat man zur Aufbauung dieser Batterien an Material nur noch nöthig besonders präparirte Kohlenzylinder oder Kohlenplatten (Bunsen'sche Kohlenplatten), mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser und Wasserstoff nebst den Drähten und den Klemmschrauben zur Verbindung der Elemente; der zu verbrauchende Sauerstoff wird direkt aus der Atmosphäre entnommen. Eine genaue Beschreibung solcher Batterien und ihrer Leistungsfähigkeit ist im IV. Band der Experimentalphysik Wüllner's in den §§ 59 und 72 zu finden. Aus den dort gemachten Auseinandersetzungen geht unzweifelhaft hervor, dass die erzeugten Ströme, mag man nun Platin oder Kohle in den Elementen als Gasverdichter benutzen, genau soviel Wasserstoff elektrolytisch aus Wasser abscheiden, als in der Gassäule selbst verbraucht wird, also auch die dem verbrauchten Gewicht des Wasserstoffs äquivalente Gewichtsmengen der oben genannten Metalle. Für 6 kg H erhält man aus $Al_2 Cl_6$ theoretisch genau 54,6 kg Al, für 1 kg H: 23 kg Na oder 39 kg K und für 2 kg H: 24 kg Mg. Da 1 cbm H oder 89,6 g H nach der genauen Berechnung, welche Herr Dr. Jeserich a. a. O. auf Seite 328 gegeben hat, 180 Mk. kostet, würde man folglich, die sonstigen Kosten nicht gerechnet, 54,6 Al für $\frac{6 \,.\, 1{,}80 \,.\, 1000}{89{,}6}$ oder etwa 120 Mk., d. h. 1 kg Al für etwa 2,20 Mk.

mittelst der Elektrolyse gewinnen, während die Kosten für je 1 kg Na, K und Mg demgemäss betragen $\frac{20}{23}$ oder etwa 1 Mk., $\frac{20}{39}$ oder ungefähr 0,5 Mk. und $\frac{40}{24}$ oder etwa 1,70 Mk. Nimmt man nun die Nebenkosten für Kohlen, für Arbeitslohn, für Zinsen des Anlagekapitals u. dgl. m. zu 0,5 bis 2 Mk. an, was hoch gegriffen sein dürfte, so würde man wegen des geringen Preises der Chlorverbindungen der drei letzten Metalle Na, K und Mg das Kilogramm derselben für circa 1 bis 3 Mk. gewinnen können, während der Preis des Aluminiums, da 1 kg $Al_2\ Cl_6$ 2,40 Mk. kostet, sich pro Kilogramm auf 12 bis 20 Mk. stellen würde.

An dieser Stelle darf ich wohl die für die Militärluftschifffahrt wichtige Bemerkung einflechten, dass, wenn sich diese Rechnungen realisiren, die Ballontruppe am bequemsten und schnellsten als Auftriebgas Wasserstoff mittelst Natrium oder Kalium oder Magnesium aus Wasser herstellen würde, wenn dies auch etwas theurer werden sollte, als bei Benutzung der Schwefelsäure und des Zinks oder Eisens, denn dafür ist die Möglichkeit gegeben, bei Benutzung des Na oder K die Entwickelung drei- bis viermal so schnell, wenn nicht noch schneller, vor sich gehen zu lassen. Schnelligkeit ist ja für Rekognoszirungen vor oder während der Schlacht von hoher Wichtigkeit. Doch nun zurück zum eigentlichen Thema. — Es ist noch die Brauchbarkeit des Induktionsstromes für die Elektrolyse der obigen Metalle zu prüfen. Bei der Behandlung dieser Frage muss ich, weil ich sonst nicht genügende Anhaltspunkte habe, von der Voraussetzung ausgehen, dass der Induktionsstrom dieselbe elektrolytische Wirkung auszuüben vermag, als ein galvanischer Strom von gleicher Stärke. Beim Induktionsstrom wird Wärme durch mechanische Arbeitsleistung in Elektrizität umgesetzt. Nun geht aber bei den besten Gaskraftmaschinen ein sehr grosser Theil der Wärme verloren, nämlich 90 pCt., während nur 10 pCt. in Arbeit, also hier in Elektrizität umgesetzt werden. Ein cbm Leuchtgas, der etwa 15 bis 20 Pf. kostet, leistet eine Arbeit einer Pferdekraft pro Stunde oder repräsentirt eine Kraft von 270 000 kg oder 635,3 Wärmeeinheiten, eine Calorie = 425 kg gerechnet. Der durch diese Arbeit erzeugte Induktionsstrom hat, nach der Wärmeeinheit als Maasseinheit berechnet, sicherlich keine grössere Stärke als 635,3 Calorien, eher noch weniger wegen des bei der Umsetzung in Elektrizität in Folge vermehrter Reibung oder sonstiger Nebenumstände eingetretenen Kraftverlustes. Ein Strom von 635,3 Calorien Stärke vermag soviel Knallgas elektrolytisch aus Wasser zu entwickeln, dass die Wärme, welche bei der Verbrennung dieses Knallgases frei wird, = 635,3 Calorien ist.

Nun liefert 1 kg H bei der Verbrennung mit Sauerstoff (O) 34 462 Wärmeeinheiten, also umgekehrt obiger Strom von 635,3 Wärmeeinheiten höchstens $\frac{635,3}{34462}$ kg H. In einem Jahre würde also eine Einpferdekraft-

maschine $\frac{635,3 . 24 . 365}{34462}$ kg H auf elektrolytischem Wege liefern, also 161,5 kg H, folglich nach dem Faraday'schen Gesetze 161,5 . 9,1 kg Al oder 1469,65 kg Al, bezüglich 161,5 . 23, 161,5 . 39 und 161,5 . 12 kg Na, K und Mg.

Zur Erzeugung eines solchen Induktionsstromes während eines Jahres gebraucht man, das cbm Leuchtgas zu 20 Pf. berechnet, für 24 . 365 . 0,20 Mk. oder 1752 Mk. Leuchtgas. Ohne also die Zinsen für das Anlagekapital der anzuschaffenden Maschine und die Nebenkosten für Schmieröl, Reparaturen u. s. w. in Anschlag zu bringen, würde man im günstigsten Falle das Kilogramm Aluminium mittelst des Induktionsstromes aus Al_2 Cl_6 für 1 bis 2 Mk. gewinnen können. Auch hier gestaltet sich das Verhältniss beim Na, K und Mg wieder günstiger, als beim Aluminium. Nimmt man auf obige Unkosten Rücksicht, so erhöht sich der Preis auf 2 bis 3 Mk. pro Kilogramm, wird also dem oben bei den Grove'schen Gasbatterien gefundenen Resultate gleich. Dies letzte Ergebniss dürfte wenig von den wirklichen Sachverhalten abweichen und mit demselben genau übereinstimmen, sobald man die Korrektion mit Rücksicht auf den Verlust beim Umsatz der Wärme in Elektrizität vornimmt. Je grösser man diesen Verlust annimmt, um so höher steigen die Gewinnungskosten des Aluminiums mittelst des Induktionsstromes.

Zur Zeit, als ich die Einleitung zu dem Aufsatz über die Atom- und Molekulvolumina schrieb, schätzte ich diesen Verlust nach dem Maasse des Kraftverlustes beim Umsatz der Wärme in mechanische Arbeit und kam daher zu dem provisorischen Resultate, dass das Kilogramm Al für 60 Mk. auf jenem Wege herstellbar sei. Nach vorstehenden Untersuchungen scheint dies Resultat doch etwas zu pessimistisch gewählt zu sein. Doch die Erfahrung und Praxis wird ja bald lehren, ob die von mir im Vorstehenden angestellten Berechnungen thatsächlich richtig sind oder nicht. Sollte aber die in Berlin projektirte Aluminiumfabrik ebenso wie diejenige in Hannover nicht in Aktion treten, so werde ich mir selbst, sobald ich die Gelegenheit dazu haben werde, durch Experimente über vorliegende Fragen Gewissheit verschaffen und zwar sowohl im Hinblick auf den Nutzen, der dadurch der Wissenschaft erwachsen würde, als auch in Rücksicht auf die etwaige technische Ausnutzung der gefundenen Ergebnisse. Da eine Einpferdekraftmaschine in einem Jahre 1469 kg Aluminium liefert, so vermag dieselbe in einem Tage (24 Stunden Arbeitsdauer) 4 kg zu liefern; eine 100 Pferdekraftmaschine würde also pro Tag 400 kg oder 8 Ctr. abzuscheiden vermögen. Demnach erscheint es als gar nicht so unmöglich, dass die in Berlin zu erbauende, bezüglich schon erbaute Fabrik täglich 5 Ctr. Aluminium zu liefern im Stande ist. — Mit dem Wunsche, dass S. Claire Deville's Hoffnungen durch Deutschen Fleiss und Deutschen Geist erfüllt werden mögen und die Aluminiumindustrie in Deutschland sich kräftig und schnell zur höchsten Blüthe entwickeln möge, schliesse ich diesen Aufsatz.

Hoch über dem Erdgetümmel*).

Von **Dr. Wilhelm Angerstein.**

Es mag Mancher schon den stillen Wunsch gehegt haben, im Ballon hoch über dem Erdgetümmel das Reich der Lüfte zu durchstreifen, aber nur wenige sind in der Lage, Luftreisen zu unternehmen — die Betheiligung daran ist kostspielig und auch, abgesehen von diesem nicht ganz unwichtigen Moment, gar nicht immer möglich. Die Zahl der Ballonfahrten, welche innerhalb eines Jahres in Deutschland vorgenommen werden, ist verhältnissmässig gering, viel geringer jedenfalls, als in Frankreich. Wir besitzen auch viel weniger Berufsluftschiffer und mit der Luftschifffahrt vertraute Leute, als die Franzosen. Unsere Luftschiffer haben ferner meist viel kleinere Ballons, als die französischen; bei uns nennt man einen Ballon von noch nicht achthundert Kubikmeter Inhalt in öffentlichen Ankündigungen schon einen „Riesenballon": in Frankreich würde man über solche reklamenhafte Bezeichnung nur lachen, denn dort ist man gewöhnt, viel grössere Aërostaten aufsteigen zu sehen. Von den während der Belagerung von Paris in der französischen Hauptstadt aufgestiegenen vierundsechszig Ballons hatte die Mehrzahl zweitausend Kubikmeter Inhalt, einer sogar dreitausend. Der Ballon, mit welchem Nadar und seine Genossen 1864 von Paris nach Hannover flogen, hielt sechstausend Kubikmeter. Ist der Ballon klein, so hat er selbstverständlich nur geringe Tragkraft. Die deutschen Luftschiffer können mithin meistens nur einen Passagier mit sich nehmen, und dieser darf oft nicht einmal das mittlere Mannesgewicht (150 Pfund) erreichen.

Alle diese Umstände haben zur Folge, dass von den Eindrücken und Gefahren einer Luftreise im Allgemeinen sehr falsche Begriffe verbreitet sind. Die Gefahren werden in der Regel weit überschätzt; selbst Männer, deren persönlicher Muth über jedem Zweifel erhaben ist, machen häufig ein sehr bedenkliches Gesicht, wenn an sie die Frage gestellt wird, ob sie sich an einer Ballonfahrt betheiligen möchten. Noch viel verbreiteter sind aber die Irrthümer in Betreff dessen, was der Ballonreisende empfindet. Rheumatiker und manche andere glauben gewöhnlich, dass ihnen die scharfe Zugluft in der Höhe schaden könnte. Viele fürchten auch, vom Schwindel befallen zu werden oder bei der raschen Bewegung des Ballons die Besinnung zu verlieren u. s. f.

Wer dagegen nur einmal an einer Luftreise theilgenommen hat, weiss, dass all dies vorgefasste, auf gänzlicher Unkenntniss beruhende Meinungen sind. Es giebt kaum etwas Angenehmeres, als eine Fahrt mit einem Luftballon. Ein Beweis dafür ist wohl die Thatsache, dass ganz besonders Damen

*) Diese Mittheilungen waren zuerst in No. 39 des IV. Bandes von „Schorer's Familienblatt" erschienen. Indem wir dieselben auf Wunsch eines Theiles unserer Leser hier reproduciren, nehmen wir Gelegenheit, auf das genannte, ausgezeichnete illustrirte Journal empfehlend hinzuweisen. Dasselbe hat auch aus anderer Feder Abhandlungen über Aëronautik veröffentlicht. Die Redaktion.

eine fast leidenschaftliche Vorliebe für solche Fahrten gewinnen. Eugen Godard hat im Laufe der Zeit mehr als hundert Damen als Passagiere in seiner Gondel gehabt und nicht eine einzige hat, nach seiner Versicherung, Unwohlsein oder, nachdem die Reise angetreten war, auch nur noch Aengstlichkeit empfunden. Auf den Zuschauer machen stets die letzten Vorbereitungen zur Fahrt, die letzten Augenblicke vor dem Aufsteigen einen mehr oder weniger peinlichen Eindruck, von dem auch der Passagier in der Gondel, zumal wenn er sich zum ersten Male betheiligt, nicht verschont bleibt. Der Ballon ist dann bereits vollständig mit Gas gefüllt und strebt, sich zu erheben; nur mit Mühe wird er noch, unruhig hin- und herschwankend, gehalten, während die Gondel darunter befestigt und dann bestiegen wird. Nun wiegt — um den fachmännischen Ausdruck zu gebrauchen — der Luftschiffer den Ballon ab, das heisst: er erprobt, wie viel Ballast, in kleinen mit Sand gefüllten Säcken bestehend, er mit sich nehmen kann, ohne den Auftrieb zu sehr zu beeinträchtigen. Je weniger geschickt der Luftschiffer und seine Hilfsmannschaften sich hierbei benehmen, desto peinlicher wirken die Minuten, welche zu dieser Arbeit erforderlich sind. Endlich ist die letztere fertig, das Kommando „Los!“ erschallt und unter dem Hurrahrufen der Zuschauermenge steigt der Ballon rasch in die Höhe.

Es ist eine ebenso eigenthümliche, als ganz allgemein beobachtete Thatsache, dass selbst der ängstliche Passagier von diesem Augenblicke an jede unangenehme Empfindung völlig verliert. So lange der Ballon noch am Boden festgehalten wurde, machte die Gondel den Eindruck eines unsicher schwankenden, gebrechlichen Aufenthaltes; jetzt beim Aufsteigen hängt sie infolge ihres eigenen Gewichts und ihrer Belastung vollkommen ruhig und erscheint demgemäss sicher, wie die Erde selbst. Ausserdem hat man in der Gondel niemals das Gefühl des Aufsteigens; es ist, als ob der Ballon unverändert auf seinem Platze bliebe und die Erde mit der jubelnden Menschenmasse, mit den Häusern und Bäumen unter ihm versänke. Wenn man sich in einem still auf den Schienen stehenden Eisenbahnzuge befindet und ein anderer Zug fährt auf einem Nebengeleise vorüber, so glaubt man häufig, der eigene Zug bewege sich. Eine ganz ähnliche, jedoch die entgegengesetzte Täuschung erlebt man stets in der Luftballongondel; man sieht die nach oben gewandten Gesichter der Zuschauer, anfangs sehr klar und deutlich, allmählich immer kleiner werdend, zuletzt erscheint die ganze Landschaft wie ein schöner, prachtvoll gestickter Teppich, auf dem hier und da sich etwas bewegt — man könnte denken, es seien geschäftige Ameisen, aber es sind die Menschen, tief unten aus der Vogelperspektive gesehen. Endlich verschwimmen die Farben mehr und mehr, die Erde hüllt sich in graue Nebel, wenn sie nicht schon durch Wolkenschichten unseren Augen entzogen ist.

Der Ballon hat eine sehr beträchtliche Höhe erreicht, aber die Reisenden haben das Aufsteigen nicht empfunden; sie sind entzückt worden von dem wunderbaren Bilde, welches die unter ihnen ausgebreitete weite Landschaft

darbot. Es war ein Wandelbild, welches um so rascher wechselte oder scheinbar unter der Gondel fortgezogen wurde, je schneller der Ballon durch die Luftströmung beim Aufsteigen zugleich seitwärts geführt worden ist. Auch von dieser Seitwärtsbewegung hat man keine Empfindung, die Luftströmung kann den Ballon mit rasender Geschwindigkeit in einer Stunde viele Meilen weit forttragen und in der Gondel kann man sich eine ganz leichte Feder, eine Flocke gezupfter Baumwolle in die offene flache Hand legen — die Feder, die Baumwolle wird ruhig liegen bleiben, denn das ganze Luftschiff mit allem, was darin und daran ist, hat selbst die Geschwindigkeit des Windes angenommen und schwimmt in demselben, nirgend einen Widerstand findend. Man fühlt Wind und Zugluft nur, wenn man der Luftströmung als ein Hinderniss gegenübersteht, aber niemals wenn man der Bewegung mit völlig gleicher Schnelligkeit folgt. Darum hat der Rheumatiker in der Luftballongondel für sein Leiden nichts zu befürchten und der scheinbare Stillstand des Ballons hat auch zur Folge, dass sogar sonst sehr zum Schwindel geneigte Personen auf der Luftreise nicht davon befallen werden.

Je höher der Ballon steigt, desto weniger deutlich wird naturgemäss für den Luftschiffer alles von unten zu ihm herauftönende Geräusch vernehmbar, aber die Luft trägt den Schall viel klarer von unten nach oben, als umgekehrt von oben nach unten. Oft hört man in bedeutender Höhe Musik, Hundegebell, Gesang und Jubel fröhlicher Menschen, ohne dass man bei der grossen Entfernung die letzteren zu erkennen vermag. Oder der Ballon senkt sich zur Landung; Leute eilen herbei, um hilfreiche Hand zu leisten — der Luftschiffer versteht dann viel eher deutlich, was diese ihm zurufen, als sie seine Zurufe verstehen können. Man hat Versuche gemacht, eine Verbindung zwischen den Insassen der Gondel eines an einem Seil aufgestiegenen (gefesselten) „Kaptifballons“ und den unten auf der Erde Stehenden durch ein Telephon herzustellen. Für die militärische Aëronautik bei Rekognoszirungsballons ist eine solche Verbindung von grosser Wichtigkeit, indessen die Versuche sind insofern nicht immer befriedigend ausgefallen, als das Telephon die in dasselbe hineingesprochenen Worte wohl klar vernehmbar von unten nach oben, jedoch nicht von oben nach unten leitet.

Bei ruhiger Luft hört man höher das Geräusch von unten heraufschallen, als wenn lebhafter Wind weht. Ist man einmal in so hohe Regionen gelangt, dass das Auge unten nichts mehr erkennen, das Ohr von dem irdischen Getümmel nichts mehr hören kann, dann herrscht ringsum tiefe Stille, die das Gemüth ernst und feierlich stimmt. Der unendliche Weltenraum liegt offen vor dem Blicke und die Seele empfindet, wie klein die Erde mit allen ihren Leiden und Freuden, wie winzig der Mensch, wie nichtig alles dasjenige ist, was wir menschliche Grösse nennen.

Aber selbst in die Höhen, wohin kein irdischer Ton mehr dringt, werden bisweilen Geschöpfe verschlagen, die von der Natur allerdings die Fähigkeit zu fliegen erhalten haben, die sich indessen freiwillig nicht leicht über hohe

Baumkronen hinaus erheben. Dort oben, wo man nur noch vielleicht einen Raubvogel erwartet, der mit seinen gewaltigen Schwingen das Luftmeer durchkreuzt, dort sucht manchmal ein verirrter kleiner Schmetterling auf dem Ballon eine Zuflucht. Am 10. Juni 1867 wurde der Ballon, mit welchem Camille Flammarion in der Nähe von Fontainebleau morgens zwischen drei und vier Uhr zu meteorologischen Beobachtungen beim Sonnenaufgange aufgestiegen war, in einer Höhe von tausend Metern von einer ganzen Schaar sogenannter Kohlweisslinge (Pieris brassicae) umflattert. Wie kamen, noch dazu zu so früher Stunde, diese schwachen Sommervögel in solche Höhe? Es gibt dafür nur eine Erklärung: sie waren Tags vorher von einer aufsteigenden Luftströmung, der sie nicht zu widerstehen vermochten, mit emporgerissen worden. Aehnliches sehen wir sehr oft, ohne es sonderlich zu beachten. Spielende Kinder lassen einen, aus Seidenpapier gemachten, kleinen Fallschirm fliegen. Der letztere hat keinen Auftrieb, nach dem Gesetz der Schwere müsste er zu Boden fallen, sobald er losgelassen, aber er steigt doch in die Höhe — eine aufsteigende Luftströmung hebt ihn.

Oftmals, wenn man von unten die Wolken betrachtet, kann man sehen, dass eine Schicht derselben in einer Richtung, eine andere in entgegengesetzter dahinzieht. Man hat so den auch für das ungeübteste Auge leicht wahrnehmbaren Beweis von dem Vorhandensein verschiedener Luftströmungen. Irgendwo berühren sich die letzteren. Passirt der Ballon eine solche Luftstromgrenze, dann wendet sich derselbe, indem er aus der Bewegung der einen Strömung in diejenige der andern übergeht. In diesem Momente nun hat man in der Gondel die Empfindung, dass die Luft bewegt ist, während man sonst, wie schon gesagt, weder Zugluft noch Wind verspürt. Indessen auch bei sehr raschem Steigen und sehr raschem Fallen des Ballons fühlt man Luftbewegung, jedoch in viel geringerem Grade, als derjenige glaubt, der noch nie eine Luftreise gemacht hat. Wie rasch man steigt oder fällt, dafür gibt das Gefühl keinen Maassstab, sondern es lässt sich dies nur durch die Beobachtung des Barometerstandes feststellen. Der Ballon fällt beispielsweise, scheinbar mit nur geringer Geschwindigkeit; aber man wirft eine Handvoll Papierschnitzel in die Luft, und diese werden rasend schnell in die Höhe gerissen. Man erkennt hieraus, dass man sich hinsichtlich der Geschwindigkeit des Fallens geirrt hatte. Allein dabei befindet man sich zugleich wieder in einem Irrthum, denn die Papierschnitzel werden thatsächlich nicht emporgerissen, sie sind ziemlich in derselben Höhe geblieben, wo man sie ausgeworfen, nur der Ballon ist so rasend schnell gefallen. Es ist also wieder eine Täuschung, wie in einem Eisenbahnzuge, an dem ein anderer vorüberfährt.

Man durchkreuzt eine Wolkenschicht. Besteht dieselbe aus sehr dichten Haufenwolken oder gar aus Regenwolken, so hat man die gleiche Empfindung, als ob man sich in starkem Nebel oder Sprühregen befindet. Jenseits der Wolkenschicht kann, wenn es unten vielleicht regnet, die klarste reinste Luft herrschen. Ist dies der Fall, dann tritt hier für den Luftschiffer ein

Moment ein, der seine volle Aufmerksamkeit erfordert. In der Wolkenschicht hatte sich das Gas im Ballon beträchtlich abgekühlt, jenseits derselben wird nun der letztere von der Sonne beschienen und rasch erwärmt. Infolge dessen dehnt sich das Gas aus, die Ballonhülle wird ganz straff gespannt und könnte möglicherweise zerreissen, wenn der Gasfüllung nicht ein Ausweg, sei es durch das an jedem Ballon befindliche Ventil, sei es durch den „Appendix“ (das Füllungsrohr am unteren Theile des Ballons) geschaffen würde. Die Erwärmung und Ausdehnung des Gases verstärkt übrigens zugleich den Auftrieb des Ballons, der dabei rasch in immer höhere Regionen steigt.

In und über den Wolken erwarten den Luftschiffer manche höchst interessante Erscheinungen. Oft macht eine lichte Wolkenschicht, über der man schwebt, wenn sie von der Sonne bestrahlt ist, den Eindruck eines bewegten Meeres, dessen Fluthen flüssiges Silber sind und dessen Wellenkämme wie reines Gold schimmern. Auf diesem glänzenden Untergrunde setzt sich dann scharf der dunkle Schatten ab, den der Ballon, die Gondel und ihre Insassen werfen. Je ebener die obere Fläche der Wolkenschicht ist, desto mehr empfindet der Luftschiffer eine durch die Perspektive bedingte Täuschung. Die Wolkenschicht erscheint nicht eben, sondern wie ein grosser Thalkessel, über dessen Mittelpunkt der Ballon schwebt. Befindet man sich zwischen zwei parallelen Wolkenschichten, so gewährt die untere den Anblick eines tiefen Thales, die obere den einer kolossalen Kuppel. Es giebt dann Augenblicke, in denen man glauben könnte, man befinde sich in einer gewaltigen, von den Wolken gebildeten Hohlkugel.

Die seltsamsten Phänomene kann man in Dunstschichten wahrnehmen, die sich noch nicht zu Wolken zusammengeballt haben. Da spiegelt sich der Ballon zuweilen schattenhaft in riesigen Dimensionen ab — eine Erscheinung, die mit dem bekannten „Brockengespenst“ zu vergleichen ist. Oder die halbgebrochenen Sonnenstrahlen bilden um den Ballon einen goldig schimmernden Ring, wie einen Heiligenschein, der nach aussen hin matt violet verläuft. Oder ein prächtiger Regenbogen wird sichtbar, der manchmal die Form eines vollständigen, geschlossenen Kreises hat. Oder endlich es spiegelt sich in der Luft in mehr oder weniger deutlichen Umrissen und Farben die tief unten liegende Landschaft.

In hygienischer Beziehung hat eine Ballonfahrt zwei sehr angenehme Wirkungen. Wie auf hohen Bergen, so athmet die Brust in der reinen Luft über den Wolken frei auf; man fühlt sich ungemein wohl, vorausgesetzt, dass man nicht in die sehr hohen Regionen steigt, in denen die Luftverdünnung das animalische Leben unmöglich macht. Die Engländer Glaisher und Green erreichten am 5. September 1862 die fast unglaubliche Höhe von elftausend Metern, wobei beide vorübergehend bewusstlos wurden. Am 15. April 1875 stiegen in Paris die drei Luftschiffer Crocé-Spinelli, Sivel und Gaston Tissandier zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf; sie erreichten eine Höhe von achttausend Metern, die beiden ersteren büssten dies Wagniss

aber mit ihrem Leben, der letztere wurde von einer schweren Ohnmacht befallen. Nach den Mittheilungen Glaishers, Greens und Tissandiers hat jedoch keiner von ihnen vor dem Eintritt der Bewusstlosigkeit Angst oder sonst ein unangenehmes Gefühl empfunden. In denjenigen Regionen, in welche man bei gewöhnlichen Ballonfahrten zu gelangen pflegt, ist die Atmung in dem Maasse erleichtert, dass es vielleicht ärztlicherseits zu erwägen wäre, ob derartige Fahrten nicht für Personen, die an Atmungsbeschwerden leiden, von besonderem Nutzen sein könnten.

Die zweite gute Wirkung ist, dass jede Ballonfahrt den Appetit stark anregt. Bei längeren Fahrten stellt sich sogar lebhafter Hunger ein, wenn man nicht vorher reichlich gespeist oder sich für die Reise selbst mit Mundvorrath versehen hat. Beides ist daher unbedingt zu empfehlen.

Endlich nähert sich die Fahrt ihrem Ende. Die Landung soll geschehen und es ist nun die Aufgabe des Luftschiffers, ein dazu geeignetes, möglichst baum- und gebäudefreies Terrain zu wählen. Der Anker wird herabgelassen und die Ventilleine gezogen, so dass das Gas frei durch das Ventil ausströmen kann. Letzteres darf nicht zu früh und nicht zu spät geschehen; nicht zu früh, weil die Schnelligkeit des Falles sonst sehr bedeutend werden und die Gondel heftig auf den Boden aufschlagen würde; nicht zu spät, damit der Ballon bei der Berührung des Bodens schon nahezu entleert ist. Besonderer Vorsicht bedarf es, wenn dicht über der Erdoberfläche starker Wind oder Sturm herrscht, der den Anker verhindert, rasch fest einzuschlagen. Ist dann die Entleerung nicht genügend geschehen, so wird der Ballon bisweilen weite Strecken über der Erde mit haarsträubender Geschwindigkeit hingejagt, wobei die Gondel Aufschläge auf den Boden macht, gegen Gebäude und Bäume geschleudert werden kann und ihre Insassen wenig vor Gefahren schützt. Dabei darf aber niemand versuchen, sich durch einen Sprung aus der Gondel zu retten, denn er setzt dadurch nicht allein sich, sondern auch seine Gefährten den schlimmsten Gefahren aus. Die meisten Unfälle, die in der Luftschifffahrt überhaupt vorgekommen, sind auf Rechnung schlechter Landungen zu setzen. Bei der Landung hat der Luftschiffer seine ganze Geschicklichkeit aufzuwenden und ist er in der That seiner Aufgabe gewachsen, so wird er auch unter schwierigen Verhältnissen glücklich zu landen wissen. Das beweisen die alten Aëronauten, die Hunderte von Fahrten gemacht und niemals Schiffbruch gelitten haben.

Neue Schriften zur Luftschifffahrtskunde.

Ueber den Flug der Vögel. Ein Beitrag zur Erkenntniss der mechanischen und biologischen Probleme der activen Locomotion. Von Dr. H. Strasser. (Separatabdruck aus der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft. Band 19. N. F. 12.) Jena, Verlag von Gustav Fischer. 1885. 264 Seiten.

Verfasser beschäftigt sich in seinem Werke ausschliesslich mit dem Falle der Flugbewegung, bei welchem die Thätigkeit des Apparates symmetrisch ist, in regel-

mässigen einander vollkommen gleichenden Perioden sich wiederholt und die Bewegung des Thieres in horizontaler Richtung statt hat.

Von diesem Fluge, dem „horizontalen Normalfluge“, sucht der Verfasser zunächst die Form der Bewegung festzustellen; er sucht zu ermitteln, wie sich nach Raum und Zeit die Theilchen des Körpers gegeneinander und gegenüber der Aussenwelt verschieben. Es werden sodann in dem zweiten Haupttheile der Arbeit aus den beobachteten Bewegungen der Oberflächen der Flugthiere Schlüsse gezogen auf die äusseren Widerstände; darauf wird von diesen äusseren Kräften und den beobachteten Aenderungen der Bewegung geschlossen auf Grösse und Richtung der inneren Kräfte des Apparates je nach Ort und Zeit. In dritter Linie wird untersucht, in welchen Organen die inneren Kräfte wachgerufen werden und wie diese Organe bei der in ihnen stattfindenden Spannungsentwickelung und Formänderung beansprucht werden.

Bezüglich der Flugbewegung ist eine derartige umfassende Analyse, eine Analyse, welche das ganze Wechselspiel der inneren und äusseren Kräfte in Betracht zieht, bisher höchstens von dem Wiener Technologen Prechtl (Untersuchungen über den Flug der Vögel. Wien 1846) versucht worden.

Prechtl ging bei seinen Untersuchungen, weil über die beim Fluge thatsächlich stattfindenden Bewegungen wenig bekannt war, vielfach von irrigen Annahmen aus und wurde daher in vielen Fällen zu irrigen Resultaten geführt.

Ebenso wie in seiner früheren Arbeit über die Ortsbewegung der Fische hat Strasser auch das Verdienst, dass er durch die ganze Arbeit es konsequent beachtet hat, welch ein wesentlicher Unterschied besteht zwischen der relativen Bewegung der Theile des Thieres gegeneinander und der absoluten Bewegung des Thieres gegenüber dem umgebenden Medium. Aus der Nichbeachtung dieses Unterschiedes ging eine grosse Anzahl von Irrthümern bei den früheren Autoren hervor. Thatsächlich kann, wie Strasser mit Recht hervorhebt, der Widerstand am Flügel nicht bloss als eine Funktion der relativen Bewegung zum Rumpf betrachtet werden; der Widerstand ist vielmehr eine Funktion der komplicirteren absoluten Bewegung seiner verschiedenen Flächentheile gegen die Luft.

Der zur Bearbeitung des Flugproblemes von Strasser eingeschlagene Weg ist zweifellos der allein richtige.

Klar durchdacht und verständig angelegt ist bei Strasser der Plan der ganzen Arbeit. Der Verfasser beschränkt sich mit Recht auf den denkbar einfachsten Fall der Flugbewegung; er behandelt diesen Fall nach allen Seiten hin ausführlich; mit Recht fasst er die Hauptfrage des Flugproblems von vornherein ins Auge; dieses ist die Frage nach der Grösse der an der Oberfläche des Thieres während des Fluges vorhandenen Widerstände und ihrer Erzeugung.

Trotz dieser guten Anlage der ganzen Arbeit ist doch kaum zu erwarten, dass sie zur Förderung unserer Kenntnisse über den Vogelflug einen wesentlichen Beitrag liefert. Die Strasser'sche Arbeit leidet nämlich trotz der im Obigen hervorgehobenen Vorzüge des Planes an dem grossen Mangel, dass der Verfasser bei der Ausführung seines Entwurfes den von ihm selbst in der Problemstellung ausgesprochenen Forderungen nur in sehr unvollkommener Weise nachkommt.

Zunächst hat der Verfasser es unterlassen, die Form der Flügelbewegungen im Einzelnen durch Beobachtungen sicher zu stellen. Das Buch hat über 200 Seiten; von diesen sind nur zwölf der Darstellung von eigenen Beobachtungen gewidmet.

Statt eigene Beobachtungen zu machen, trägt der Verfasser aus der Literatur zusammen, was er an Angaben über die Flügelbewegungen vorfindet und bringt diese sowie die kleine Anzahl eigener Beobachtungen zur Verwendung.

Nun ist wie einem Jeden, der sich mit der Literatur über den Vogelflug beschäftigt hat, so auch Strasser nicht entgangen, dass die Angaben sowohl über die relativen Bewegungen des Flügels gegen den Rumpf, wie auch über die absoluten Bewegungen der Oberflächen gegen die umgebende Luft in der allermannigfaltigsten Weise von einander abweichen. Die geringe Uebereinstimmung der verschiedenen Autoren erklärt sich leicht aus der Art, wie die Beobachtungen angestellt sind. Mit ausserordentlich wenig Ausnahmen sind nämlich die Beobachtungen nur mit blossem Auge gemacht worden; es ist dieses ein Verfahren, welches, wenn überhaupt, nur äusserst schwer das Erreichen fester Beobachtungsthatsachen gestattet.

Man kann fliegende Vögel stundenlang beobachten, ohne zu einem nennenswerthen Resultate zu gelangen; man muss sich nothwendigerweise darauf beschränken, irgend einen bestimmten Umstand der Bewegung feststellen zu wollen; man muss abwarten, bis das Thier sich an einer für die Beobachtung besonders günstigen Stelle und in günstiger Richtung darbietet, und alle unter weniger günstigen Verhältnissen gewonnenen Bilder vergessen und unterdrücken. Ja man muss bei den blitzschnell ablaufenden Bewegungen sich auf eine einzige Phase der Bewegung konzentriren und die wiederkehrenden Eindrücke sich summiren lassen. Die Fähigkeit, solche flüchtigen und rasch sich folgenden Eindrücke deutlich aufzufassen, ist individuell sehr verschieden; sie hängt nicht nur von der methodischen Uebung, sondern auch von der natürlichen Anlage des Nervensystems beim Beobachten ab.

Diese Missstände, die mit der Beobachtung mit blossem Auge unzertrennlich verbunden sind, setzt Strasser selbst bei seiner Beschreibung des Schwalbenfluges auseinander. Es ergiebt sich aus ihnen, wie unzuverlässig die in der älteren Literatur enthaltenen Angaben über die Form der Flügelbewegungen sind; den eigenen direkten Beobachtungen kann man ebensowenig trauen und so bleibt dem Verfasser nichts anderes übrig, als eine mehr oder weniger willkürliche, rein theoretische Zurechtlegung der Bahnen, welche die einzelnen Punkte des Flügels bei der Bewegung durchlaufen „müssten“. Am Ende des ersten, die Form der Bewegungen behandelnden Abschnittes kommt Strasser zu folgenden Resultaten: „Am Ende der Flügelhebung wird der Flügel aussen supinirt sein müssen, während seine Basis schon pronirt sein kann; im Beginn des Niederschlages können die Flächen der Basis und der Spitze sich ähnlicher verhalten; während die Pronation an der Spitze zunimmt, muss sie an der Basis verschwinden. Gegen Schluss des Niederschlages hat man Pronation der Flügelendflächen, bei Supination der Basis zu erwarten.“ u. s. w.

Sicherere Schlüsse als diese hypothetischen lässt allerdings die vom Verfasser gewählte Art der Beobachtung nicht zu, da weder die relative Verschiebung der Flügel gegen den Rumpf, noch auch die absolute Bewegung des Rumpfes durch direkte Beobachtung klar festzustellen ist. Es zeigt dieses aber, von welch zweifelhaftem Werthe alle solche mehr oder weniger theoretischen Betrachtungen sein müssen. Dieses gilt natürlich auch von den, auf den im Obigen skizzirten hypothetischen Sätzen über die Form der Bewegung in Verbindung mit dem auch noch nicht nach allen Beziehungen klaren Gesetze des Luftwiderstandes abgeleiteten Deduktionen über das Wechselspiel der Kräfte und die Hervorbringung derselben.

Da es unmöglich ist, mit blossem Auge die Bewegungen klar aufzufassen, so

bleibt als einziger Weg für die Feststellung wirklich zuverlässiger Beobachtungsthatsachen die graphische Methode. Man muss vermittelst der Registrirapparate Marey's Zeitdauer, Richtung und Grösse der Bewegungen feststellen und durch Augenblicksaufnahmen die Form des bewegten Thieres in jedem Momente der Bewegung fixiren. Nur dadurch kann die Lösung der schwierigen Fragen, die uns das Flugproblem stellt, herbeigeführt werden.

Warum Strasser, obwohl er diese Methoden kennt, dennoch nur Beobachtungen mit blossem Auge anstellt; warum er seine Deduktionen auf die unsicheren Beobachtungen mit blossem Auge gründet, anstatt auf die unanfechtbaren Zahlen der graphischen Methode, ist nicht recht verständlich.

Immerhin könnte das Strasser'sche Werk als abschliessende Darstellung für die Lehre von der Flugbewegung, soweit sie sich mit blossem Auge verfolgen lässt, werthvoll sein; doch wird die Bedeutung der Arbeit nach dieser Richtung sehr vermindert durch einige Mängel der Darstellung; diese Mängel beziehen sich theils auf die mathematische Behandlung der Erscheinungen, theils auf die literarische Darstellung.

Den Strasser'schen Auseinandersetzungen über die Mechanik der Bewegungen fehlt, wie es der Verfasser selbst mit Recht hervorhebt, die Eleganz und Bündigkeit. Die Ausdrucksweise des Verfassers leidet vielfach an Unbestimmtheit und es ist ausserordentlich schwer, dem Gedankengange des Verfassers zu folgen, da die Schreibweise eine sehr schwerfällige ist. Als Beispiel eines solchen Satzes möge folgender dienen: „Kleine Vögel, um eine möglichst grosse Horizontalgeschwindigkeit zu erlangen, fliegen in Wellenlinien, gewinnen Vorwärtsbeschleunigung ohne Flügelschlag durch das Abwärtsgleiten auf pronirten Flächen und vermindern den Z-Widerstand durch Anlegen der Flügel" p. 214. Nicht wenig trägt zur Erschwerung des Verständnisses der Umstand bei, dass der Verfasser sich eine (nach der Meinung des Referenten durchaus entbehrliche) eigene Kunstsprache für die beim Fluge in Betracht kommenden äusseren und inneren Kräfte geschaffen hat; die Symbole, die hier eingeführt werden, verlangen ein besonderes Studium; nur wenige Leser werden wohl die Zeit und die Geduld haben, um sich in dieses Formelwesen hineinzuarbeiten. Auch die deutschen Leser werden wohl durchweg den ausgezeichnet klargeschriebenen Darstellungen Marey's in der Machine animale leichter zu folgen im Stande sein, als den Strasser'schen Deduktionen.

Dr. Karl Müllenhoff, Berlin S.O., Mariannen Platz 23.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Oesterreich-ungarische Militair-Zeitung „Vedette". XVII. Jahrgang. Wien, 1885.

In ihrer No. 35 vom 3. Mai 1885 bringt dieses wöchentlich zweimal erscheinende, militairische Fachblatt folgende Besprechung unserer Zeitschrift:

„Welch grosses Interesse die Frage der Luftschifffahrt im Allgemeinen, speciell die Lenkbarmachung des Luftballons, besitzt, beweist, dass beinahe in allen Grossstaaten Europas Vereine von Technikern bestehen, welche mit grösstem Eifer, ohne sich durch verunglückte Versuche abschrecken zu lassen, insbesondere die Frage der Lenkbarmachung studiren. Bei der Wichtigkeit dieses Gegenstandes für Militairzwecke

sehen wir daher auch thatsächlich eine Luftschiffer-Schule zu Berlin, eine analoge zu Meudon für Frankreich und eine aëronautische Sektion unter Kommando des Generals Elsdale zu Chatcham für England errichtet, woselbst eingehende Versuche, Uebungen und Studien gemacht werden. Der Deutsche Verein zur Förderung der Luftschifffahrt zu Berlin besteht seit dem Jahre 1881, hat also bereits durch drei Jahre eine nicht zu leugnende erspriessliche Thätigkeit durch seine Zeitschrift auf diesem Gebiete zu verzeichnen und trachtet, was nicht genug zu loben ist, durch gediegene, wissenschaftlich gehaltene Artikel in der Zeitschrift sowie Vorträge im Vereine die Grundsätze und Bestrebungen der Luftschifffahrt im Allgemeinen, speciell die Lenkbarmachung des Luftballons, zum Gemeingut Aller zu machen. Wenn man das Hauptprodukt der Vereinsthätigkeit, dessen Zeitschrift, auch nur flüchtig durchblättert, so muss sich selbst der Unbefangene gestehen, dass in derselben ein eminent kostbares Material niedergelegt erscheint, welches von den Sammlungen anderer, gleichen Zweck verfolgenden Korporationen in keiner Richtung übertroffen wird. Insbesondere muss hervorgehoben werden, dass der wissenschaftliche Geist sich wie ein rother Faden darin hindurch schlängelt und mit Beharrlichkeit jene Phantasiegebilde, welche nicht auf gesunder Basis entstanden sind, in den Hintergrund drängt. Wir können also allen Freunden des Fortschrittes im Allgemeinen, speciell Männern, welche sich für die Luftschifffahrt und die Lenkbarmachung der Luftballone interessiren, diese gediegene und reichhaltig ausgestattete Zeitschrift auf das Beste zur Lektüre empfehlen."

Protokoll

der am 19. September 1885 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: Edm. Gerlach.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Vortrag des Herrn Dr. Jeserich über wissenschaftliche Untersuchungen bei seinen Ballonfahrten; Ersatzwahl für zurückgetretene Vorstandsmitglieder; Mittheilungen der technischen Kommission.

Anfang der Sitzung: 8 Uhr 45 Minuten.

Der Vorsitzende theilt mit, dass Herr Nehab aus dem Vereine ausgetreten und dass ein bisher auswärtiges Mitglied des Vereins, Herr Girow, nach längerem Aufenthalte in Portugal neuerdings seinen Aufenthalt dauernd in Berlin genommen.

Der angekündigte Vortrag des Herrn Dr. Jeserich muss ausfallen, da der Letztere von einer längeren Reise noch nicht nach Berlin zurückgekehrt ist.

Nach Verlesung des Protokolls der vorigen Sitzung wird beschlossen, der technischen Kommission die Wahl ihres Vorsitzenden selbst zu überlassen, dagegen die Wahlen eines stellvertretenden Vorsitzenden des Vereins und eines Bibliothekars gleich zu erledigen. Als ersterer wird sodann Herr Dr. Müllenhoff, als letzterer Herr v. Hagen II. gewählt, der auch anwesend ist und die Wahl annimmt.

Herr Pries macht sodann noch Mittheilung, dass er nächstens wiederum eine private Auffahrt zu unternehmen gedenke.

Nachdem die nächste Sitzung auf den 10. Oktober festgesetzt worden ist, findet der Schluss der Versammlung statt.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Alte Jacob-Strasse 134.

Verlag: **W. H. Kühl**, Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

IV. Jahrgang. 1885. Heft XI.

Ueber die Anwendung der Momentphotographie zur Beobachtung des Vogelfluges.

Vortrag, gehalten am 30. Mai 1885 im Deutschen Verein zur Förderung der Luftschifffahrt, von Dr. Karl Müllenhoff.

Der Deutsche Verein zur Förderung der Luftschifffahrt stellt sich eine doppelte Aufgabe, einerseits will er die Methoden der Ballonfahrt, andererseits die des Fluges vermittelst schlagender Flügel festzustellen versuchen. Ausserordentlich ungleich ist bisher der Erfolg in diesen beiden Bestrebungen gewesen. Schon seit 100 Jahren erhebt man sich durch statischen Druck frei in die Luft; für die dynamische Fortbewegung durch die Luft suchen wir dagegen bisher noch immer vergeblich nach Mitteln und Wegen, die zu wirklich praktischen Resultaten führen sollen.

Neuerdings hat man nun mit einer gewissen Aussicht auf Erfolg die Untersuchung über den Flug der Thiere, zumal der Vögel, aufgenommen; man hat die Flugbewegungen der Vögel einem eingehenden Studium unterworfen, um zu erfahren, ob es möglich sein wird, sich mittelst Maschinen in die Luft zu erheben und sich dadurch unabhängig zu machen von dem wechselnden Spiele des Windes, dem man im Ballon fortwährend ausgesetzt ist.

Die ersten eingehenden Untersuchungen über den Vogelflug wurden vor jetzt 200 Jahren durch Borelli angestellt; sie ergaben auf den ersten Wurf eine ganze Reihe wichtiger Resultate. In der langen Zeit, die seitdem ver

flossen ist, sind indessen unsere Kenntnisse nur ziemlich wenig gefördert. Trotz der grossen Fortschritte, die die Mathematik und die Physik machten, trotzdem durch die Schöpfung der Mechanik die theoretischen Grundlagen zu einer rationellen Behandlung des Flugproblems gegeben wurden, noch immer wollte es nicht gelingen, die Flugbewegungen einer gründlichen Analyse zu unterwerfen.

Die Ursache dieses immer wieder von Neuem erfolgenden Misslingens ist hauptsächlich darin begründet, dass die Feststellung des Thatsächlichen bei den Flugbewegungen ganz besondere Schwierigkeiten hat.

Wir sind nicht im Stande, vermittelst der direkten Beobachtung mit blossem Auge die Bewegungsvorgänge eines fliegenden Thieres gut aufzufassen. Wenn wir einem fliegenden Thiere mit dem Auge folgen, so sehen wir nicht einmal die Konturen eines einzelnen bewegten Theiles scharf. Wir sind zweitens, was die Auffassung der Bewegung aufs Höchste erschwert, nicht im Stande, zahlreiche sich nebeneinander abspielende Bewegungsvorgänge zu gleicher Zeit zu beachten. Beim Vogelfluge ist es hauptsächlich die Schnelligkeit der Auf- und Abbewegungen der Flügel, was eine klare Auffassung durch das Auge erschwert.

Aus dem gewöhnlichen Leben weiss Jedermann, dass, wenn irgend ein Körper rasch im Kreise herumbewegt wird, man nur die Bahn desselben, die Kreislinie, sieht, dass man dagegen weder im Stande ist anzugeben, an welchem Punkte der Kreislinie sich der Körper zu irgend einer Zeit befindet, noch welches seine Gestalt ist. Dasselbe tritt ein, wenn man irgend einen Körper an einer biegsamen Stange befestigt und dann die Stange in rasche Schwankungen versetzt. Man sieht dann allerdings sehr deutlich, zwischen welchen Grenzlagen der zu beobachtende Körper hin- und herschwankt, aber auch hier erkennt man nicht, an welchem Orte sich der bewegte Körper in jedem Augenblicke befindet und welches seine Gestalt ist.

Genau in derselben Lage sind wir nun den Flügelbewegungen der Vögel gegenüber. Wenn ein Sperling von der Strasse auf's Dach fliegt, so erkennen wir, dass die Flügelenden rasch zwischen zwei Extremlagen hin- und herschwanken, können aber weder die Gestalt der Flügel bei diesen Bewegungen noch die Zahl der in einer bestimmten Zeit ausgeführten Flügelschläge auffassen.

Aber selbst wenn unser Auge das denkbar vollkommenste optische Instrument wäre, selbst wenn es im Stande wäre, den jeweiligen Zustand der Lage der einzelnen Theile eines bewegten Körpers ganz vollständig, ganz ohne irgend welche Abweichung und in unendlich kurzer Zeit aufzufassen, so würden wir dadurch noch immer kein vollkommenes Bild von den Bewegungen erhalten, denn wir sind weder im Stande, die gemachten Wahrnehmungen zu fixiren, noch auch sie Anderen gut mitzutheilen.

In dem rasch wechselnden Spiele der Bewegungen verdrängt ein Eindruck den andern und vergebens strengt der Beobachter sein Gedächtniss

an, um sich jede Einzelheit der Vorgänge nachher zu reproduziren. Ebenso scheitern alle Versuche, durch Wort oder Bild Anderen die Bewegungsvorgänge zu beschreiben. Wer je etwas über den Gang, den Flug, das Schwimmen gelesen hat, weiss, wie schwerfällig und dabei doch unvollständig die Schilderung dieser Hergänge wird; er erkennt, wie äusserst unvollkommen eine Bewegung durch das gesprochene oder das geschriebene Wort dargestellt wird. Man versuche es beispielsweise, eine Hantel- oder Turnübung nach der Beschreibung auszuführen; selbst eine einfache Bewegung wird durch die Beschreibung nicht annähernd so verständlich gemacht, wie durch ein einmaliges Vormachen.

Das, was die Beschreibung durch das Wort nicht leistet, eine genaue und zuverlässige Wiedergabe der Bewegungsvorgänge zu geben, man meint es durch bildliche Darstellung erreichen zu können; man glaubt ganz allgemein, dass der Künstler, speziell der Maler, der einen sich bewegenden Körper darstellt, wirklich den in der Natur sich abspielenden Vorgang fixirt, dass wir demgemäss an den Kunstwerken das Thatsächliche zu beobachten im Stande seien. Doch ist die Hülfe, welche von dieser Seite her erwartet werden kann, von höchst zweifelhaftem Werthe. Es ist bereits angeführt worden, dass die physiologische Eigenart unseres Auges uns das thatsächlich in einem Momente Existirende nicht auffassen lässt; es liefert uns demgemäss das Auge nur ein unvollständiges Bild. Ausserdem aber wird — und dieses ist das wichtigste Argument gegen den Werth aller direkten Beobachtungen und ihrer Darstellungen durch das Wort oder das Bild — durch die Beobachtung nicht die Thatsache als solche gegeben; wir erhalten vielmehr durch die Beobachtung nur etwas, was uns als Thatsache erscheint, was aber stets schon mit vielen theoretischen Zuthaten des Beobachters auf's Engste verbunden ist. Eine genaue Feststellung der Grenze von dem, was wir durch das eigene Denken ergänzend, erläuternd, kurz theoretisirend zu dem durch die Sinneswahrnehmung Gegebenen hinzufügen, ist äusserst schwierig; es ist kaum möglich, die beiden in jeder Beobachtung enthaltenen Elemente sofort von einander zu sondern; man kann kaum angeben, was dem subjektiven Elemente, das heisst der durch die eigene Thätigkeit des Geistes hinzugefügten Idee, angehört, was dem objektiven Elemente angehört, das heisst den durch die Einwirkung der Körperwelt auf die Sinnesorgane entstehenden rein mechanischen Sinneseindrücken.

Man wird sich allerdings dieses in allen Beobachtungen enthaltenen Zusammenwirkens zweier Elemente nicht bewusst, solange man an die direkte Wahrnehmbarkeit der Aussenwelt durch das beobachtende Subjekt glaubt und nicht die wissenschaftlichen sowohl wie die künstlerischen Darstellungen einer kritischen Bearbeitung unterzieht. Es ist eine keineswegs leichte Aufgabe, alle die zahlreichen störenden Momente zu eliminiren, welche die Thatsachen verdunkeln.

Für die Bewegungen der Thiere und speziell auch für den Vogelflug

hat man dieses versucht durch zwei Methoden der Beobachtung, die beide als graphische Methoden bezeichnet werden können.

Die erstere derselben, die chronographische Methode Marey's, ist basirt auf der Anwendung eines Registrirapparates; derselbe besteht aus einem rotirenden Cylinder, auf dem die Zeitdauer und Richtung der einzelnen Bewegungen in Form von Kurven aufgetragen wird. Aus der Anzahl und der Form der Kurven, die während einer Umdrehung erhalten werden, erkennt man, beispielsweise bei einem fliegenden Vogel, erstens die Zahl der Flügelschläge, zweitens die Zahl der Zusammenziehungen und Streckungen der Muskeln; es lässt sich sodann drittens vermittelst dieses Apparates die Höhe und Weite der Bewegung an der Flügelspitze messen; es wird viertens ermöglicht, im Einzelnen die Richtung festzustellen, in der sich ein einzelner Punkt an der Oberfläche des Thieres verschiebt gegen die vertikale, gegen die horizontale Vorwärtsbewegung des Thieres, gegen die auf diesen beiden Richtungen senkrechte horizontale Querrichtung.

Ausserordentlich werthvoll ist diese von dem geistreichen französischen Forscher und seinen Schülern für zahlreiche Untersuchungen angewandte Methode. Sie liefert für jeden Punkt der Oberfläche die Bahn und zwar in durchaus zuverlässiger Darstellung. Dennoch ist diese Methode allein kaum im Stande, ein klares Bild von dem jeweiligen Zustande des ganzen bewegten Thieres zu liefern; sie giebt eben die Darstellung dieser Oberfläche allzu unvollständig, nur punktweise; es wäre daher, um ein Bild von der gesammten Oberfläche zu gewinnen, erforderlich, die gleichzeitige Feststellung der in jedem Momente der Bewegung bestehenden Vertheilung von Tausenden von Punkten an der Oberfläche des Thieres.

Für das, was durch die chronographischen Registrirapparate nur schwer erreichbar scheint, für die Fixirung der Gesammtform des bewegten Thieres in jedem Moment der Bewegung, kommt uns nun die zweite graphische Methode zu Hülfe, die photographische Methode.

Ursprünglich beanspruchte, wie allgemein bekannt, die Herstellung einer Photographie so viel Zeit, dass man auf die Darstellung bewegter Körper glaubte verzichten zu müssen. Erst durch die Anwendung der Trockenplatten wurde es möglich, die Zeitdauer der Exposition mehr und mehr abzukürzen, und jetzt ist es gelungen, durch das photographische Verfahren die Unvollkommenheiten unseres Auges auszugleichen. Wie das Mikroskop und das Fernrohr die Grenzen der sichtbaren Welt räumlich erweiterten, so hat der photographische Apparat die Schranken überwunden, die unserem optischen Apparat durch die Zeit gezogen waren. Durch die photographische Platte wird das thatsächlich Erfolgende erstens vollständig wiedergegeben und dabei frei von allen aus der subjektiven Thätigkeit des Beobachters resultirenden Hinzufügungen; es wird zweitens das einmal aufgenommene Bild fixirt und die Verdrängung des einen Sinneseindruckes durch den nächstfolgenden verhindert. Die photographische Platte ist somit eine Netzhaut, welche die

Eindrücke vollständig und rein aufnimmt und die aufgenommenen Eindrücke nicht wieder vergisst.

Photographen und Maler, Physiologen und Zoologen haben das neue Verfahren angewendet, um speziell für die Bewegungen der Thiere neue Beobachtungen zu gewinnen. Unter den zahlreichen Experimentatoren aber ragen namentlich vier hervor durch ihre eigenartigen und auch dem grossen Publikum bereits bekannt gewordenen Darstellungen. Es sind dieses Muybridge, Lugardon, Marey und Anschütz. Letztere drei haben ihre Versuche bezüglich der Aufnahmen schneller Bewegungen zu gleicher Zeit begonnen, und ein jeder derselben steckte sich ein besonderes Ziel und befolgte zur Erreichung derselben ein besonderes Verfahren.

Die erste Publikation von Darstellungen rasch bewegter Thiere erfolgte von Seiten des in San Francisco lebenden Photographen Muybridge. Die Bilder, welche derselbe publizirte, waren allerdings mit manchen Unvollkommenheiten behaftet; die Thiere traten in den Darstellungen von Muybridge nicht plastisch hervor, sondern waren blosse schwarze Silhouetten auf weissem Grunde, aber man gewann doch bereits vollkommen scharfe Konturen für Pferde im Gang, Galopp, Karriere u. s. w. Was die Arbeiten von Muybridge ganz besonders werthvoll machte, war, dass er den Verlauf der Bewegung darstellte, indem er in kurz aufeinander folgenden Intervallen die verschiedenen Phasen einer Bewegung aufnahm.

Das berechtigte Aufsehen, welches die Bilder von Muybridge überall machten, ist hauptsächlich darin begründet, dass Jedermann die Unvollkommenheit der gewöhnlichen Beobachtung, der Sinneswahrnehmung mit blossem Auge klar vorgeführt wurde. Es ist noch in Aller Gedächtniss, wie Pferdeliebhaber und Sportsmänner und andererseits auch Thiermaler und Physiologen von der Ansicht dieser Bilder die für sie alle höchst überraschende Erkenntniss gewannen, dass die bisherigen Vorstellungen über die Bewegungen des Pferdes, dieses Hausthieres, das jeder zu kennen meinte, durchaus irrige seien.

Uebertroffen wurde Muybridge hinsichtlich der Modellirung der einzelnen Formen des Körpers durch den Genfer Maler Lugardon. Derselbe beschränkte sich allerdings bei seinen Aufnahmen auf die Wiedergabe mässiger Bewegung unter Voraussetzung günstiger Umstände. Fliegende Möven, die über dem Genfer See schwebten, wurden aufgenommen, von unten beleuchtet durch den Reflex des grellen Sonnenscheins vom Spiegel des Sees. Man sieht eine grosse Anzahl dieser Thiere auf Lugardons Momentphotographien in den mannigfaltigsten Stellungen und, wie bei den Bildern von Muybridge, so erscheinen auch bei diesen zahlreiche Darstellungen dem naiven Beobachter, das heisst demjenigen, der an die Thatsächlichkeit des mit blossem Auge Beobachteten glaubt, als vollkommen unmöglich.

Die Darstellungen der Möven, sowie auch die übrigen Aufnahmen Lugardons geben nur einen Moment der Bewegung wieder und sind deshalb

für das wissenschaftliche Studium der Bewegungen noch unzulänglich. Da publizirte nun, gleichzeitig mit Lugardon, Marey Bilder, welche die Lugardon'schen zu ergänzen geeignet waren. Der französische Physiolog, der durch die Anwendung des Chronographen schon so wesentliche Beiträge für die Bewegungsvorgänge geliefert hatte, publizirte jetzt Aufnahmen, die er mit seiner „photographischen Flinte“ gewonnen hatte. Dieser Apparat liefert in Intervallen, die in gleichen Abständen kurz aufeinander folgen, zwölf Aufnahmen von ein und demselben Thiere und gestattet also, die Weite des in jedem Zeitabschnitte durch jeden Theil des Flügels zurückgelegten Weges zu messen. Doch sind die Bilder, die von Marey mit der photographischen Flinte erhalten wurden, in Bezug auf die Güte der Darstellung nur denen von Muybridge, durchaus nicht denen von Lugardon ebenbürtig. Es war bei dem Verfahren, welches Marey wählte, unmöglich, mehr zu erzielen, und es wurde daher dieses Verfahren auch von Marey selbst nur wenig angewendet.

Noch blieb somit die Aufgabe ungelöst, von einem sich bewegenden Thiere in möglichst kurzen und gleichmässigen Intervallen zahlreiche Aufnahmen hintereinander herzustellen, von denen jede nicht nur den äusseren Umriss des während der schnellsten Bewegung aufgenommenen Körpers, sondern auch sämmtliche Details in der Vollständigkeit wiedergiebt, wie es sonst eine gute Photographie thut. Das Verdienst, dieses Ziel mit grösster Konsequenz verfolgt und es schliesslich auch erreicht zu haben, gebührt dem deutschen Photographen Anschütz in Lissa (Posen).

Das, was in den vorher angeführten Arbeiten im Einzelnen erstrebt wurde, vereinigt sich auf das Vollkommenste in den Darstellungen von Anschütz. Schon vor mehreren Jahren erregten seine während der schnellsten Bewegungen aufgenommenen Bilder von Pferden allgemeine Aufmerksamkeit wegen ihrer grossen Schärfe und ihres reichen Details. Bald nach diesen ersten Versuchen erschien in rascher Aufeinanderfolge eine grosse Anzahl von Aufnahmen, welche nicht nur von der eminenten Geschicklichkeit des Darstellers, sondern auch von grosser wissenschaftlicher und künstlerischer Begabung desselben hinsichtlich der Auffassung und der Wahl der Motive Zeugniss ablegten.

Unter den Bildern aus dem Thierleben erregen zumal die Aufnahmen von Tauben und Störchen unsere ganze Aufmerksamkeit; gerade diese verdienen hinsichtlich des ihnen innewohnenden Werthes hier eingehend besprochen zu werden. Von beiden Thierarten liegen grosse Reihen von Bildern vor, die sowohl bezüglich der Mechanik der Bewegung, wie auch bezüglich des Verhaltens der Thiere während der Ruhe sehr lehrreich sind.

Bei den fliegenden Tauben erkennen wir die Stellung einer jeden einzelnen Feder, sowohl der Flügel- wie der Schwanzfedern, in wunderbarer Schönheit und Vollständigkeit. Man sieht hier, wie bei der Flügelhebung die Arme so hoch aufgerichtet werden, dass die beiden Flügelflächen mit ihrer Oberseite zusammenschlagen; es ist dieser Hergang bekanntlich durch

das klatschende Geräusch auch schon direkt wahrnehmbar. Man kann sodann die bei der Flügelbewegung erfolgende Gestaltsveränderung jeder einzelnen Feder im Einzelnen verfolgen. Bald ist bei der Flügelsenkung jede Schwungfeder nach aufwärts gebogen, bald bei der Flügelhebung nach abwärts konkav geformt. Der Handtheil und der Unterarmtheil des Flügels zeigen dabei eine sehr verschiedene Stellung, je nach der Richtung, in welcher der Vogel fliegt. Man erkennt wie der Impuls nach vorn vorwiegend durch den Handtheil des Flügels, die Bewegung aufwärts durch den Unterarmtheil hervorgebracht wird; wie je nachdem, ob das Thier steigen oder nur vorwärts fliegen will, bald der eine, bald der andere Theil des Flügels an Grösse und demgemäss an Wirksamkeit gewinnt. Neben den Flügeln wirken auch die Schwanzsteuerfedern für die Lenkung in der Vertikalen, während die Direktion nach rechts und links durch Verkürzen resp. Vergrössern der Flügelfläche der einen Seite bewerkstelligt wird.

Besonders zahlreiche Aufnahmen hat Anschütz vom Storch geliefert; von diesen sind für uns namentlich die von grossem Interesse, welche den Abflug vom Neste, sowie die Manöver bei der Landung auf demselben darstellen. Der Storch gehört, wie allgemein bekannt, zu den ausgezeichnetsten, gewandtesten Fliegern, er ist zugleich einer der grössten europäischen Vögel. Wenn es darauf ankommt, für die Zwecke der Praxis die Flugbewegung irgend eines Thieres zu analysiren, so dürfte, wie das bereits vielfach durch Mouillard und andere französische Aviateure ausgesprochen ist, kaum ein kleines Thier als Modell gewählt werden, und von den grösseren Vögeln ist kaum einer für die Beobachtung so bequem, es ist kaum einer so leicht zähmbar, wie der Storch. Es ist daher die Kenntniss der Flugmanöver gerade dieses Thieres von besonderer Wichtigkeit.

Nähert sich der Storch seinem Neste (St. 60)*), so ist anfangs die Flügelstellung dieselbe, wie sie beim Segeln und Kreisen beobachtet wird, aber der Storch beginnt bereits die Beine nach vorn zu werfen. Er krümmt sodann den Handtheil des Flügels stark nach vorn (St. 32); der Flügel, welcher vorher die Gestalt einer flachen Mulde hatte, erscheint jetzt am Handgelenk fast rechtwinklig gebogen. Noch stärker wird die Biegung der Flügel und noch gerader nach vorn werden die Beine gerichtet in dem letzten Moment beim Betreten des Nestes (St. 45); hier stemmt das Thier seinen Lauf fast wagerecht nach vorn, die beiden Flügel beugen sich zu einem Halbkreise, ihre Fläche ist beinahe genau senkrecht und nach vorn geöffnet;

---

*) Die Nummern beziehen sich auf die Anschützischen Storchaufnahmen. Dieselben sind im Selbstverlage von Ottomar Anschütz, Lissa (Posen) erschienen; sie wurden während des Vortrages vorgezeigt. — Eine Auswahl dieser Bilder wurde in einem in Westermanns Monatsheften, Dezember 1885, erschienenen Aufsatze: „Müllenhoff, die Momentphotographie im Dienste naturwissenschaftlicher Forschungen“ in vorzüglicher Ausführung reproduzirt: im Texte wird ausser dem Obigen noch das Leben des Storches auf dem Neste, das Füttern und Tränken der Jungen u. s. w. beschrieben.

durch den grossen Druck, den die Flügel bei dieser Stellung durch die von vorn auf sie einwirkende Luft erfahren, hebt das Thier seine Vorwärtsbewegung auf. Jetzt erst geht es aus der komischen Grotesktänzerstellung (St. 45) in die normale Ruhestellung über, indem es sich hoch aufrichtet und die Flügel auf dem Rücken zusammenlegt.

Bei dem eben beschriebenen Landungsmanöver hat der Storch hauptsächlich ein Hinausschiessen über das Nest hinaus zu vermeiden; vielfach passt er die zum Erreichen des Nestes erforderliche Kraft besser ab und lässt sich dann aus der Höhe einfach steil herabfallen (St. 21); dabei bilden seine Flügel einen mächtigen Fallschirm (St. 38). Durch wechselnde Stellung der Flügelflächen, die gegen den Horizont bald schräger, bald steiler geneigt sind, weiss dabei das Thier den Fall stets derartig zu dirigiren, dass es auf einem bequemen Platze nahe dem Nestrande ankommt. Ausserordentlich interessant ist es, die bei diesem Akte des passiven Fluges hervortretende Selbstständigkeit des Daumentheiles des Flügels, des sogenannten Lenkfittichs, zu beobachten, der bald von den anderen Flügelfedern weit abgespreizt ist (St. 20), bald an dieselben dicht angelegt erscheint (St. 9).

Wie in diesen Darstellungen die Einzelheiten der Landung wiedergegeben werden, so sind auf anderen die nicht minder wichtigen Vorbereitungen zum Ausfluge aus dem Neste dargestellt. Will das Thier das Nest verlassen, so lüftet es zunächst die Flügel, hebt sie fast senkrecht empor (St. 27), beugt seinen Körper weit über nach vorn (St. 48) und stürzt sich mit einem mächtigen Kopfsprunge über den Rand des Nestes (St. 31). Das abfliegende Thier streckt nun das Handgelenk seines Flügels, welches während des Abstossens noch rechtwinklig geknickt war (St. 36), allmählich vollkommen gerade aus (St. 26) und nun schiesst es, mit der scharfen Vorderkante die Luft rasch durchschneidend, 10 Meter weit vorwärts, ehe der erste aktive Flügelschlag erfolgt.

Während Anschütz in den früheren Jahren blosse Einzelbilder bewegter Thiere aufnahm, hat er sich in der letzten Zeit mit der Herstellung von Serienaufnahmen beschäftigt; er hat es ermöglicht, zunächst beim Pferde und beim Menschen Serien von 12 Bildern herzustellen, die während eines Schrittes, eines Sprunges u. s. w. aufgenommen sind. Es ist ihm dieses gelungen durch die Konstruktion eines Mechanismus, der neben der grössten Schnelligkeit in der Einzelaufnahme auch die denkbar kürzeste Intervalle in der Wirksamkeit der zwölf nebeneinander stehenden Apparate gewährleistet.

Wenn es gilt — und auch hierfür liegen bereits gelungene Versuche vor — die Bewegung eines Vogels, z. B. einer Taube, in dieser Weise darzustellen, so ist es erforderlich, dass die sämmtlichen Aufnahmen in der Zeit erfolgen, in der das Thier eine Flügelhebung und Senkung ausführt; diese Zeit beträgt $^1/_8$ Sekunde, es muss also bei 12 Apparaten das Zeitintervall zwischen je zwei Aufnahmen $^1/_{96}$ Sekunde betragen; immerhin ist das eine Zeit, die noch über 10 mal länger ist, als die Belichtungsdauer jeder Platte

($^1/_{1000}$ Sekunde). Die Hauptschwierigkeit, die sich der Anwendung dieses Verfahrens entgegenstellt, liegt darin, dass man die Thiere dazu bringen muss, dass sie den Punkt, auf welchen die Apparate eingestellt sind, auch wirklich passiren. Nur durch eine mühselige und dabei doch in ihren Erfolgen wenig sichere Abrichtung bringt man Vögel dazu, genau den gewünschten Weg einzuschlagen.

Jetzt sind die technischen Schwierigkeiten als überwunden zu betrachten. Hoffentlich wird es dem ausgezeichneten Experimentator recht bald möglich sein, das für die Aviateure wichtigste Problem, die Feststellung der beim Vogelfluge thatsächlich erfolgenden Bewegungen, endgültig zu lösen. Hierzu würde allerdings, das haben die bisherigen Arbeiten gezeigt, ein besonderes Institut geschaffen werden müssen. Hoffen wir, dass entweder der Staat oder reiche Private sich des jungen Unternehmens annehmen und dem durch seine hervorragenden Leistungen um die Wissenschaft so hochverdienten Experimentator die nöthigen Mittel gewähren, um das Begonnene zu Ende zu führen.

Einiges über die ersten Berliner Luftschifffahrts-Versuche.

(Fortsetzung statt Schluss.)

Blanchard hat über seine Luftfahrt einen Bericht in der Gazette littéraire de Berlin (No. 1259 vom J. 1788) veröffentlicht, der in französischer Manier stark überschwenglich gehalten war und daher von Deutschen Zeitgenossen mit Recht bekrittelt worden ist. Mit Schätzen beladen — (man berechnet die Ladung seines Luftschiffes, die er aus Berlin fortführte, auf 12000—14000 Thaler) — zog er weiter.

Jedenfalls hatte er alles erreicht, was er irgend wünschen konnte, Ehren und reiche Gaben. Er war der Held des Tages gewesen und lange noch sprach man in Berlin von ihm und seiner Fahrt.

Funfzehn Jahre verflossen darauf, ehe die Hauptstadt wieder das Schauspiel eines mit Passagieren besetzten grossen Luftschiffes geniessen sollte. In dieser langen Zwischenzeit wurden den Berlinern nur vereinzelte kleine aëronautische Vorstellungen dargeboten. So liess z. B. am 28. August 1796 ein Herr Enslen, vom Schützenplatze aus, einige, mit Wasserstoffgas gefüllte Körper aufsteigen, die durch ihre eigenthümliche Gestaltung und Einrichtung Interesse erregten. Diese Figuren stellten vor: Theile einer Jagd, einen Hirsch und eine Sau von Hunden gehetzt, ferner einen Reiter in römischer Tracht, dann einen kleinen Ballon, dessen Fallschirm oben in der Luft durch eine glimmende Lunte losgelöst wurde. Eins dieser Stücke, das Wildschwein, wurde nach einigen Wochen in dem Itzdorfer Forste, 4 Meilen von Berlin entfernt, auf einer Kiefer hängend, entdeckt. Es gab Anlass zu dem Gerücht, dass sich in der Haide Wilddiebe versteckt hielten. Darauf hin unternahmen Itzdorfer Bauern einen Streifzug nach dem Walde

und förderten, zu grösstem Erstaunen ihrer Begleiter, jenes sonderbare Gebilde an das Tageslicht. Major von Wülknitz, der Besitzer von Itzdorf, liess zur Erinnerung an das Ereigniss den Baum mit einer bezüglichen Inschrift versehen.

Am 5. Juni 1798 hat ferner ein Schaukünstler in Berlin einen sehr grossen, mannigfach mit bunten transparenten Figuren geschmückten Ballon vorgeführt, damit aber keinen besonderen Erfolg gehabt, da sich das Publikum nicht sehr theilnehmend bezeigte.

Erst im Jahre 1803 sah die Hauptstadt wieder das Aufsteigen eines mit Personen besetzten grossen Luftschiffes. In diesem Jahre kam der bekannte französische Hof-Ballonmeister Jacques Garnerin, der damals in allen grossen Städten Europas Vorstellungen gab, auf seiner Rundreise auch nach Berlin. An der Auffahrt, die am 13. April, im Garten der Thierarzneischule, in Anwesenheit des Königs, der Königin, der Prinzen, der Prinzessinnen, des Königlichen Hofes und eines zahlreichen Publikums stattfand, betheiligte sich ausser seiner jungen Frau Elise, geb. Labrosse, der nachmals so berühmt gewordenen kühnen Luftschifferin, die in den Berliner Tagesblättern damals als: „la jeune fille de l'air“ verherrlicht wurde, auch noch ein junger Kaufmann (Gärtner) aus dem Nitzeschen Modewaarengeschäfte. Dem Professor der Chemie und Pharmacie an dem medicinisch-chirurgischen Kollegium, Hermbstädt, der zu wissenschaftlichen Untersuchungen die Reise mitzumachen wünschte, blieb die Theilnahme versagt, da Garnerin darauf bestand, die Fahrt zunächst mit seiner Frau auszuführen und erst nachdem er letztere glücklich wieder abgesetzt hätte, den Professor noch aufzunehmen. Die Landung des Ballons, der eine Höhe von 29 Fuss und eine Breite von 26 Fuss hatte, erfolgte nach $1^1/_4$ stündiger Fahrt bei Klein-Beesten in der Gegend von Mittenwalde. Die Luftfahrer begaben sich darauf nach letzterem Orte, wohin Frau Garnerin, von der Generalin von Voss, der Gemahlin des Chefs des dort garnisonirenden Feldjäger-Regiments, welche dem Luftballon in einem vierspännigen Wagen nachgeeilt, bereits geleitet worden war. Sie wurden dort gastfreundlichst aufgenommen und kehrten erst am nächsten Tage nach Berlin zurück, woselbst sie dem Königlichen Paare über den glücklichen Verlauf der Luftpartie persönlich Bericht abstatten durften.

Als eine Besonderheit des Unternehmens führten die Tagesblätter an, dass man die Insassen des dem Schauplatze benachbarten Berliner Irrenhauses auf den Hof der Anstalt gelassen hätte, um die Vorstellung anschauen zu können und manchen von ihnen dadurch wohl noch wirrer als zuvor gewesen sein dürfte, weil er eine wahre Himmelfahrt zu sehen meinte. Ebenso wird noch angegeben, die Katholiken hätten an dem in der öffentlichen Bekanntmachung über die statthabende Luftfahrt gebrauchten Ausdrucke „Ascension“ Anstoss genommen und sich über ihn missfällig geäussert.

In der Nächstzeit fasste nun endlich auch ein Berliner, der Professor Bourguet vom chirurgisch-medicinischen Kollegium, den Plan, selbsständig,

für rein wissenschaftliche Zwecke, eine Luftreise zu unternehmen, um das zu vollbringen, was seinem Kollegen Hermbstädt vor Kurzem versagt gewesen war. Seine Absicht ging dahin, wie er in den Zeitungen kund gab, im Monat Oktober ein Aufsteigen bis zu etwa 4000 Fuss Höhe zu versuchen und sich dann durch den Fallschirm wieder herabzusenken.

Die Vorbereitungen des Unternehmens verzögerten sich jedoch und so konnte Bourguet erst am 23. Mai des nächsten Jahres (1804) zur Ausführung seines Vorhabens schreiten.

Der Ballon, den er für dasselbe angefertigt hatte, war von sphäroïdischer Gestalt und etwa noch einmal so gross, als der von Garnerin benutzte. Zum Schauplatz der Vorstellung war der Exerzierplatz vor dem Brandenburger Thore ausersehen und, wie ehedem bei Blanchard's Auffahrt, durch das Königliche Jagdzeug abgeschlossen worden. Die Preise der Sitzplätze stellten sich auf 1 Thaler 12 Groschen und 1 Thaler, die der Stehplätze auf 8 Groschen.

Das Aufsteigen sollte bereits um 11 Uhr Vormittags statthaben, da Bourguet ein längeres Verweilen in der Höhe plante, um gründliche wissenschaftliche Untersuchungen zu vollführen, bei denen ihn ein Reisebegleiter, der Sekonde-Lieutenant Voss des 3. Artillerie-Regiments, zu unterstützen beabsichtigte. Mit der Füllung des Ballons wollte man daher schon am frühen Morgen beginnen. Mancherlei Hindernisse verzögerten aber den Anfang derselben bis gegen 10 Uhr Vormittags. Das Gas entwickelte sich nur langsam, Stunden verflossen ohne sonderlichen Erfolg. Die Zuschauer wurden allgemach ungeduldig und fingen bereits an, ihrer Missstimmung lauten Ausdruck zu geben, da endlich um 4 Uhr Nachmittags glaubte man den Apparat reisefähig zu haben. Professor Bourguet bestieg mit seinem Gefährten die Gondel, liess durch Signalschüsse das Zeichen zur Abfahrt geben und grüsste, mit neu erwachtem Muthe, freudig die Menge. Das Missgeschick aber, welches schon die Vorbereitungen des Unternehmens verfolgt hatte, wollte auch von diesem selbst nicht weichen. Der frei gelassene Ballon erhob sich nur einige Fuss über den Erdboden und selbst das Auswerfen des Ballastes wollte ihn nicht weiter aufwärts in die Lüfte fördern. So musste man denn, wohl oder übel, das für den Himmel bestimmte Gefährt, welches seine Pflicht zu erfüllen verweigerte, nach einiger Zeit, mit seinen niedergebeugten Passagieren wieder auf den Erdboden herabziehen.

Der lebhafte Wunsch, so viel aufgewendete Kosten und Mühen doch nicht ohne Weiteres für ein Nichts zu opfern, namentlich aber die bedenkliche Stimmung der erregten Zuschauermenge, liessen Bourguet fühlen, dass er Alles versuchen müsse, sein Vorhaben möglichst noch zu realisiren. Er verlangte deshalb, Lieutenant Voss möge von der Mitfahrt abstehen, weil er glaube, das dadurch erheblich leichter werdende Fahrzeug würde alsdann zum Aufsteigen zu bringen sein. Hierzu war aber der Offizier, der seine Ehre bei der Sache betheiligt glaubte, nicht ohne Weiteres zu bewegen, nur

wenn Seine Majestät der König, der mit der Königin Luise dem Schauspiel beiwohnte, es befehle, werde er vom Platze weichen. Der Königliche Herr lehnte jedoch die Befehlsertheilung, die Entscheidung in einer Sache ab, bei der es sich um eine von beiden Seiten freiwillig übernommene Lebensgefahr handele, beauftragte jedoch endlich, auf wiederholtes Ansuchen des Professors, den mitanwesenden Gouverneur von Berlin, General-Feldmarschall von Moellendorff, die Vermittelung zu übernehmen. Der Feldmarschall wusste sich seines Auftrages auch glücklich zu entledigen und den Offizier, dem er unter einem Händedruck versicherte, dass seine Ehre durch ein Verlassen der Gondel keineswegs beeinträchtigt sei, er selbst ihn vielmehr vertheidigen werde, zum Aufgeben seines Vorhabens zu veranlassen.

Aber auch dieser Akt der Verzichtleistung sollte dem Unternehmen, dem das Missgeschick nun einmal treu blieb, keinen Nutzen bringen. Der Ballon wollte, nach wie vor, nicht steigen. Der geängstigte Gelehrte versuchte alle Mittel, die ihm etwa noch zu Gebote standen, er opferte den Anker, entledigte sich eines Theiles seiner Kleidungsstücke; alles fruchtlos. Das Luftschiff schleifte sich noch einige hundert Schritte langsam dahin und kam hierauf, gegen die den Exerzierplatz einschliessende Linden-Allee stossend, wieder ganz zum Stillstande.

Nunmehr schien die Geduld der Zuschauer völlig erschöpft zu sein. In einem Augenblicke war der Ballon von der tobenden Menge umringt und das Aergste zu gewärtigen. Da eilten zum Schutze des unglücklichen, fast besinnungslos gewordenen Professors einige berittene Offiziere herbei. Es gelang ihnen, den gänzlich niedergebeugten Mann frei zu machen und durch das Brandenburger Thor, die Linden entlang, nach seiner Wohnung zu geleiten.

Den Ballon hatte man, um ihn vor der Zerstörungslust der andrängenden Menschenmenge zu schützen, mit geöffnetem Ventil, freigelassen. Er stieg aufwärts, erreichte in wenigen Minuten die ansehnliche Höhe von etwa 1200 Fuss, wendete sich dann nordwestlich und gelangte endlich, nachdem das Gas mehr und mehr ausgeströmt war, in der Gegend des Plötzensees wieder zu Boden. Mit geringen Verletzungen wurde er später nach Berlin zurückgebracht.

So hatte denn das Schauspiel, dem die Hauptstadt mit so grossem Interesse entgegengesehen, in kläglichster Weise geendet. Sein Unternehmer aber verfiel nunmehr auf's Reichlichste dem Hohn und Spott der Berliner, schlimmer noch als sein Kollege Achard. In der Vossischen Zeitung erschien ein Gedicht, in welchem er mit dem bekannten Schwindler Hans Nord verglichen wurde, der dem Publikum ebenfalls nur das Geld ablockte, ohne die Schaulust zu befriedigen. Das „Intelligenzcomtoir“ brachte eine, für einen Groschen käufliche, beissende Schmähschrift unter dem Namen: „Die verunglückte Luftfahrt.“

Gegen diese Angriffe suchte sich Bourguet zwar, so viel er vermochte, zu wehren, doch ohne sonderlichen Erfolg. Er veröffentlichte namentlich

einen längeren Artikel in der Spener'schen Zeitung, in dem er sein verunglücktes Unternehmen in's richtige Licht zu stellen und nach Kräften zu entschuldigen versuchte. Auch Blanchard, so gab er an, hätte sich, trotz seiner reicheren Erfahrungen, nicht vor Unfällen schützen können und dem Professor Robertson sei es, bei dem ersten Luftschifffahrtsversuche in Hamburg, ebenso wie ihm selbst gegangen.

Robertson hatte jedoch bei Wiederholung seines Unternehmens besseren Erfolg und so plante denn auch Bourguet eine solche, um die frühere Schmach vergessen zu machen. Der öffentlichen Aufforderung des Premier-Lieutenants von Neander vom 1. Artillerie-Regiment entsprechend, erklärte er sich bereit, noch im Monat Oktober desselben Jahres (1804) einen neuen aëronautischen Versuch, vom Garten der Thierarzneischule aus, zu wagen. Nun es kam zu solchem aber nicht mehr. Von einflussreichen Männern mag dem Professor doch wohl dringend abgerathen worden sein, das Berliner Publikum nicht von Neuem auf die Probe der Gutmüthigkeit zu stellen. Zudem wären die Kosten des zweiten Unternehmens schwerlich durch rege Betheiligung aufgebracht worden.

Das, was Bourguet versagt gewesen war: der erste deutsche Luftschiffer zu werden, das fiel bald darauf einem seiner Berliner Kollegen zu, dem Professor Jungius, Lehrer der Mathematik und Physik am Friedrich-Wilhelms-Gymnasium, der im September 1805 eine Luftreise zu wissenschaftlichen Zwecken in's Werk setzte. Seine Absicht ging dahin, wie er selbst äusserte: „in einer beträchtlichen Höhe in der Atmosphäre einige interessante und für die Naturwissenschaften nützliche Versuche zu wiederholen, theils nach eigener Idee einige neue anzustellen". Dazu wollte er die Erde so weit unter sich lassen, als der Chimborasso über den Meeresspiegel emporsteigt.

Der von ihm hergerichtete Ballon bestand aus zwei sehr grossen Halbkugeln und war schon 8 Tage vor der Auffahrt, die am Montag, den 16. September 1805, stattfand, in der Königlichen Bibliothek gegen ein Entrée von 6 Groschen in Augenschein zu nehmen. Um zu den ansehnlichen Kosten des Unternehmens eine Beisteuer zu erlangen, setzte Jungius den Eintrittspreis für Zuschauer auf $1^1/_2$ Thaler und auf 16 Groschen fest. Um solchen Scenen vorzubeugen, wie sie kurz zuvor bei dem unglücklichen Versuche Professor Bourguets gespielt hatten, fühlte Jungius sich noch zu der Erklärung bewogen, dass er im Falle des Misslingens seines Unternehmens die eingegangenen Beträge zurückzahlen werde, und würde er dieselben daher zunächst bei dem Kaufmann Gabain — Breite Strasse 22 — deponiren.

Schauplatz der Vorstellung war diesesmal der Garten der Thierarzneischule. Zuvörderst liess der Gelehrte, wie damals üblich war, einen kleinen Versuchsballon aufsteigen, um Stärke und Richtung der oberen Luftströmungen kennen zu lernen. Mit diesem kleinen, in rother und weisser Farbe ausgeschmückten Probeball wurde eine Taube in einem Körbchen, welches den Namen des Absenders auf einem Zettel trug, abgelassen. Die Füllung des

Aërostaten, bei der sich, sowie bei den übrigen Zurüstungen desselben, Professor Bourguet selbstsuchtslos, in dankenswerthester Weise betheiligte, ging normal vor sich, so dass Jungius, kurz nach 12 Uhr Mittags, unter dem Jauchzen der Zuschauermenge aufwärts eilen konnte. Das Wetter war ziemlich günstig, der Ballon, vom Westwinde getrieben, blieb lange in Sicht. Als Ballast waren Sandsäcke, von zusammen 41 Pfund Gewicht, mitgenommen worden. Auf 600 Fuss Höhe wurde zuerst etwas Sand ausgeworfen, was, soviel die Nachschauenden gewahren konnten, noch zweimal geschah, bevor das Fahrzeug ihren Blicken entschwand. Sein Versprechen hatte der Gelehrte bald erfüllt. Vom leichten Westwinde über den Osttheil der Stadt hinweggetrieben, war, im Aufsteigen, die Höhe des Chimborasso bald erlangt, ja überholt. In einer noch im Monat September in der Maurer'schen Buchhandlung erschienenen kleinen Schrift hat Jungius berichtet, dass er im Ganzen etwa 20000—21000 Fuss Höhe erreicht habe. Als er gerade damit beschäftigt war, die gewonnene Erhebung barometrisch zu bestimmen, vernahm er über sich einen Klang wie das Abspringen eines Flaschenstöpsels. Der Ballon hatte einen, wenn auch nur unbedeutenden Riss in seiner unteren Hälfte bekommen. Der Thermometer zeigte um diese Zeit —5°. Die Kälte wurde mehr und mehr so empfindlich, dass selbst der Mantel der Aëronauten nicht mehr genügend wärmte. Trotzdem stellte sich grosse Müdigkeit ein. Jungius vermochte dieselbe nicht zu überwinden, er verfiel in einen wohl eine halbe Stunde lang dauernden Schlaf. Als er wieder erwachte in seiner bedenklichen Lage am Rande der Gondel — über den er leicht wie Mosment hätte hinausnicken können — war der Ballon, in Folge des inzwischen erheblich grösser gewordenen Risses, schon stark gesunken und im langsamen Niedergange begriffen.

In der Nähe von Müncheberg machte Jungius den Versuch, Anker zu werfen. Die Arme des Instruments verbogen sich jedoch, hafteten nicht im Boden und wurde nun der Ballon wohl eine halbe Stunde lang geschleift, auch über einen Landsee hinweg, so dass der Luftschiffer ziemlich durchnässt und gefährdet versuchen musste, durch Auswerfen von Ballast wieder etwas höher und von der unmittelbaren Berührung mit dem Erdboden ab zu gelangen. Endlich kam ihm Hülfe durch einen Jäger des Ritterschaftsraths von Flemming auf Buckow; derselbe befestigte das Ankertau an einen grossen Stein und nun erfolgte um $^1/_2$2 Uhr die Landung, nach einer Fahrt von 1 Stunde 25 Minuten, in 7 Meilen Entfernung von Berlin.

Jungius begab sich dann mit seinem Ballon, der entleert auf einen Wagen geladen worden war, nach Müncheberg. In Schaaren strömten ihm die Ortsbewohner entgegen, unter ihrem Jubelruf hielt er festlichen Einzug. Er blieb $1^1/_2$ Tag in der Stadt als ein gefeierter Gast und in Müncheberg's Chronik wurde es eingetragen, dass der erste deutsche Luftschiffer dort gelandet sei.

In der Nacht zum 18. September kehrte Jungius nach Berlin zurück,

nachdem er zuvor von dem Könige, zu Friedrichsfelde, huldreich empfangen worden war. Er hat von seiner Fahrt noch berichtet, dass er während derselben weder an Beklemmung, noch an erschwertem Athmen oder an Blutsandrang gelitten, ebenso wenig Hunger- oder Durstgefühl gehabt habe. Dagegen will er später, nach dem Landen, heftigen Durst empfunden haben, der erst nach mehreren Tagen wieder von ihm gewichen sei.

Der kleine Versuchsballon kam drei Meilen nordöstlich von Cüstrin im Massing'schen Forste zur Erde. Zwei Hirtenknaben sahen ihn herabsinken, vermutheten ein Wunder und holten ihren Herrn herbei. Das Täubchen gelangte darauf unversehrt nach Berlin zurück.

Wissenschaftliche Beobachtungen hatte der Gelehrte, an dem windigen ziemlich bewölkten Tage und behindert durch das starke Schwanken der Gondel, nicht anstellen können. (Schluss folgt.)

Die Luftströmungen über Berlin, dargestellt nach den Ergebnissen dreijähriger in fortlaufender Reihe fortgesetzter Wolken- und Windmessungen.

Von **Dr. F. Vettin.**

(Schluss.)

Nach dem so gewonnenen und übersichtlich geordneten Beobachtungsmaterial wurde nun zunächst ausgezählt und bestimmt, wie viel 1/4 Tage und mit welcher mittleren Geschwindigkeit bei jedem der 8 Winde die Wolken einer jeden der 5 Schichten in südwestlicher, westlicher etc. Richtung zogen und dies für jede der 4 Jahreszeiten.

Man erhält auf diese Weise für jeden Wolkenzug oder für jede durch denselben sichtbar dargestellte Luftströmung drei Angaben:

1. Die Zahl der Beobachtungen. Da jede derselben eine Zeiteinheit (1/4 Tag = 21600″) umfasst, so repräsentirt die Summe der Beobachtungen die Zeit (T), während welcher jede der Luftströmungen weht.

2. Die Summe der Geschwindigkeiten. Sie repräsentirt den 21600. Theil der Summe von Kubikfussen Luft, die während jener Zeit (T) durch einen Querschnitt von 1 Quadratfuss Grösse hindurchgegangen ist und entspricht dem Volumen (V) der Luftströmung.

3. Die Summe der Geschwindigkeiten (V) dividirt durch die Zahl der Beobachtungen (T) ergiebt alsdann die mittlere Geschwindigkeit $V:T$ für eine Sekunde. Ist z. B. 143mal während der 3 Jahre beobachtet worden, dass das untere Gewölk in südwestlicher Richtung zog, betrug die Summe der einzelnen jedesmal bestimmten Geschwindigkeiten 4675′, also die mittlere Geschwindigkeit $4675 : 143 = 38{,}3'$ pro Sekunde, so heisst das: es strömten in der Höhe des unteren Gewölks während der Zeit von 143×21000 Sekunden 4675×21000 Kubikfuss Luft in südwestlicher Richtung durch einen Querschnitt von 1 Quadratfuss, mithin in einer Sekunde 38,3 Kubikfuss,

d. h. die Geschwindigkeit betrug 38,3′ pro Sekunde und es ist $T = 143$, $V = 4675$, $V : T = 38{,}3$.

Auf ein in der oben angegebenen Weise während dreier Jahre gewonnenes Beobachtungsmaterial gestützt, habe ich nun versucht, die Verhältnisse der Luftbewegung zu ermitteln und zwar, wie sie sich darstellen:

I. Im Jahresmittel unabhängig von der Windrichtung.
II. Im Jahresmittel über jedem der 8 Winde.
III. In jeder der 4 Jahreszeiten unabhängig von der Windrichtung.
IV. In jeder der 4 Jahreszeiten über jedem der 8 Winde.

Das Folgende enthält eine kurze Uebersicht der Resultate.

I.

Häufigkeit oder Zeitdauer der Luftströmungen (T), Massen der fortbewegten Luft (V) und die Geschwindigkeit derselben $V : T$ im Mittel dreier Jahre.

Die folgende Tabelle enthält die beobachteten T und V für die Wind- und die 5 Wolkenregionen.

Tabelle 2.

Richtung der Luftströmung.

		SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	Summe
Oberer Cirrus	V	10985	13480	11826	6023	1712	1103	1612	5534	52274
	T	187	217,5	180,2	92	33,5	29,5	39	100,5	879
Unterer Cirrus	V	9798	13495	12938	7011	2299	1500	2166	5197	54404
	T	188	249	231	125	45,5	38	57,5	112	1047
Wölkchen	V	11086	16325	13588	5741	1562	1414	1632	4388	55736
	T	323	428	346	158	53,5	54,7	71,2	153	1588
Wolken	V	10131	17142	14213	5675	2112	2267	1943	3330	56795
	T	339	512	425,5	190,5	83,2	90,7	87,8	142,8	1871
Unteres Gewölk	V	7208	14446	12746	5226	2426	2629	1738	1814	48233
	T	188	360	325,6	144,8	77,2	83	55,5	57,7	1292
Wind	V	16581	14594	10670	8252	7344	5571	6781	12955	82748
	T	774	655	527	430	373	305	413	692	4168

Aus diesen Werthen ergeben sich nun die folgenden Geschwindigkeiten ($V : T$):

Tabelle 3.

760 mm >		SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	Mittel	
0,0	berechnet	71,9	77	85,1	84,3	52,3	33,2	48,5	73,1	74,4	—
0,2	berechnet	65,3	69,4	75,4	74,9	51,7	35,3	44,9	64,2	67	41000′
0,4	Oberer Cirrus	58,7	61,8	65,7	65,5	51,1	37,4	41,3	55,3	59,5	23000
0,6	Unterer Cirrus	52,1	54,2	56	56,1	50,5	39,5	37,7	46,4	51,8	12800
0,75	Wölkchen	34,3	38,1	39,3	36,3	29,4	25,8	22,9	28,7	35	7200
0,86	Wolken	29,9	33,4	33,4	29,7	25,4	25,1	22,2	23,3	30,4	3800
0,94	Unteres Gewölk	38,3	40,1	39,2	36	31,4	31,7	31,3	31,4	37,4	1600
1,0	Wind	21,5	22,8	20,3	19,2	19,7	18,3	16,5	18,7	19,8	0
		53,8	55,2	57,3	56	42,1	32,4	34,8	50	52,5	

Um den Gang der Geschwindigkeitszunahme bei den einzelnen Strömungen besser zu übersehen, kann man die Werthe graphisch darstellen in

einem Liniennetz, wo die (horizontalen) Ordinaten den Geschwindigkeiten, die (senkrechten) gleichen Abscissenabschnitte gleichen Luftdruckdifferenzen entsprechen. Die Theilpunkte der 10 gleichen Abschnitte geben alsdann die Höhen 0, 2700, 5600, 9100, 13000, 17600, 23400, 30700, 41000, 58000′ und die Grenze der Atmosphäre an, in denen der Luftdruck resp. = 760 mm × 1, 0,9, 0,8 0,7, ... 0,0 ist. Die Höhen der 5 Wolkenschichten werden demnach auf der Abscissenlinie bezeichnet durch die Punkte 0,94, 0,86, 0,75 0,6, 0,4 entsprechend den Höhen 1560, 3780, 7200, 12800 und 23000′.

Hier liegen nun die Endpunkte der die Geschwindigkeiten darstellenden Ordinaten für die Höhen 1560, 12800 und 23000 (unteres Gewölk, unterer und oberer Cirrus) in Kurven, die im Mittel fast gar nicht und bei den Hauptströmungen wenig von einer geraden Linie abweichen.

Wenn die Geschwindigkeit des oberen Cirrus

bei der	SW-	W-	NW-	N-	NE-	E-	SE-	S-Strömung	im Mittel
um	0,6	0,3	0	0,9	4,1	2,6	0,1	0,1	**0,2**

grösser, und die des unteren Cirrus um ebensoviel geringer wäre, so würde man sagen können, die Geschwindigkeit nimmt bei gleicher Abnahme des Luftdruckes um gleich viel zu.

In der Region der Wolken und Wölkchen findet sich bei allen Strömungen eine Verlangsamung der Luftbewegung. Die Geschwindigkeit ist nämlich

bei der	SW-	W-	NW-	N-	NE-	E-	SE-	S-Strömung	Mittel
in der Region der Wolken	11,5	10	9,7	10,8	9,5	7,8	10,6	11,6	10,3′ (pr. Sek.)
„ „ „ „ Wölkchen	11,4	9,7	9,2	10,4	10,4	8,8	11,9	11,1	10,3′

geringer, als sie sein würde, wenn sie vom unteren Gewölk aus zum Cirrus hin in oben angegebener Weise zugenommen hätte.

Diese Verzögerung der Luftbewegung findet gerade in der Region statt, wo die stärksten und dichtesten Niederschläge stattfinden. Intensität der Wolkenbildung und Geschwindigkeitsverzögerung scheinen hiernach im Zusammenhang zu stehen. Durch Wolkenbildung wird Wärme frei und die so gebildete Wärme muss den barometrischen Gradienten und somit die Bewegung dieser wärmeren Luftmassen vermindern.

Berechnet man die Geschwindigkeiten der 8 Strömungen nach obigem Gesetz für die Windregion, so würde sie sein

für	SW-	W-	NW-	N-	NE-	E-	SE-	S-Strömung	Mittel
	35,9	37,6	36,2	32,5	28	30,3	30,2	28,8	34,9′ pro Sek.
sie ist aber =	21,5	22,8	20,3	19,2	19,7	18,3	16,5	18,7	19,8′
also etwa	61	60	56	59	70	60	54	65	57 Perc.

der Geschwindigkeit, die stattfinden würde, wenn sich die Luft ganz frei bewegen könnte. Diese Verlangsamung der Winde ist offenbar bedingt durch die mannigfachen Hindernisse, welche die Erdoberfläche darbietet. Obiger Percentsatz der Verlangsamung hat selbstverständlich nur für den Beobachtungsort Geltung.

Um nun auch die Verhältnisse der Geschwindigkeit noch weiter hinauf für Höhen kennen zu lernen, in denen keine Wolken mehr vorkommen, die

uns Kunde geben von der Luftbewegung daselbst, kann man die Kurven weiter führen, indem man sie, um alle Willkür auszuschliessen, in der Richtung verlängert, welche sie zuletzt, also zwischen unterem und oberem Cirrus, hatten. Zur Berechnung sind demgemäss die Differenzen der Geschwindigkeit des unteren gegen den oberen Cirrus genommen, also zwischen der Region mit dem Luftdruck 0,6 × 760 mm und 0,4 × 760 mm. Die Geschwindigkeit des oberen Cirrus, vermehrt um diese Differenz, ergiebt alsdann die Geschwindigkeit in der Höhe. wo der Luftdruck 0,2 × 760 mm beträgt und dieselbe vermehrt um die doppelte Differenz ebenso die Stärke der Luftbewegung an der Grenze der Atmosphäre mit dem Luftdruck 0,0 × 760 mm. Die auf diese Weise berechneten Werthe für $V:T$ für die Höhe mit dem Luftdruck 0,2 und 0,0 × 760 mm sind in den beiden oberen Reihen der vorigen Tabelle 3 zusammengestellt.

Die Zunahme der Geschwindigkeit vom unteren Gewölk bis zur Grenze der Atmosphäre beträgt

für die	SW-	W-	NW-	N-	NE-	E-	SE-	S-Strömung
	33,6	36,9	45,9	**48,3**	20,9	1,5	17,2	**41,7′** pro Sek.

d. h. die nördliche und südliche Strömung nehmen nach oben hin am meisten zu an Geschwindigkeit.

Das Verhältniss der Zunahme ist bei beiden das gleiche, denn 84,3 : 36 = 2,34 und 73,1 : 31,4 = 2,33.

Zeitdauer der Luftströmungen.

Aus Tabelle 2 ersieht man vorläufig nur, wie sich in jeder einzelnen der 6 Höhenschichten die Zeiten der verschieden gerichteten 8 Luftströmungen zu einander verhalten. Um nun bei jeder einzelnen Strömung die Häufigkeit in den verschiedenen Höhenregionen vergleichen zu können, ist es nothwendig, die ganzen Beobachtungszeiten auf gleiche Zeit, z. B., wie es hier geschehen, auf 100 Zeiteinheiten zu reduciren und die Dauer der einzelnen Strömungen für jede Schicht percentisch zu berechnen.

Die in solcher Weise erhaltenen Werthe für die Zeiten der SW-, W-, NW- etc. Strömung, nach den Höhenregionen geordnet, sind in der folgenden Tabelle mitgetheilt:

Tabelle 4.

Luftdruck		Strömungsrichtung. SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	Summe	Höhe
760 mm × 0,0	berechnet	27,9	26,5	17,3	7,6	2,78	2,84	2,39	12,7	100	—
0,2	berechnet	24,6	25,6	18,9	9,05	3,3	3,1	3,42	12	100	41000′
0,4	Oberer Cirrus	21,3	24,7	20,5	10,5	3,82	3,36	4,45	11,4	100	23000
0,6	Unterer Cirrus	18	23,8	22,1	11,9	4,34	3,62	5,48	10,7	100	12800
0,75	Wölkchen	20,3	26,9	21,8	9,94	3,37	3,44	4,48	9,62	100	7200
0,86	Wolken	18,1	27,4	22,7	10,2	4,45	4,85	4,68	7,65	100	3800
0,94	Unteres Gewölk	14,6	27,9	25,3	11,2	5,98	6,43	4,3	4,47	100	1600
1,0	Wind	18,6	15,7	12,6	10,3	8,94	7,32	9,91	16,6	100	0
	plan. Mittel	21	25,4	20,6	10,1	4,01	3,78	4,4	10,6	100	

Die Zeiten für die Regionen mit dem Luftdruck 0,2 und 0,0 $\times$ 760 mm sind in derselben Art berechnet, wie dies bei den Geschwindigkeiten angegeben ist. In einer graphischen Darstellung würden die nach jenen Werthen gezeichneten Kurven in der Richtung, die sie zuletzt hatten (zwischen unterem und oberem Cirrus), geradlinig bis zur Linie 0,0 weiter geführt erscheinen.

Die in der unteren Reihe der Tabelle 4 angegebenen Mittel sind nicht die arithmetischen Mittel der Zahlen, sondern die Inhalte der durch die Curven begrenzten Flächen.

Da nämlich die Abscissenlinienabschnitte zwischen 1,0 und 0,0 gleich gesetzt sind, so verhalten sich die Mittel der Zeitdauer wie die Inhalte der Figuren. Man könnte dieselben mit dem Planimeter ausmessen oder aber, und so ist es hier geschehen, man berechnet den Inhalt der Polygone, die entstehen, wenn man sich die Ordinatenendpunkte durch gerade Linien verbunden denkt. Man erhält dann den Inhalt jeder Figur zusammengesetzt aus 7 Vierecken, deren Höhe von unten nach oben der Reihe nach überall gleich den Differenzen der Barometerstände zweier zunächstgelegenen Schichten ist. Dieselben sind in runden Zahlen bezüglich

1	0,94	0,86	0,75	0,6	0,4	0,2	0,0
und die Differenz:	0,06	0,08	0,11	0,15	0,2	0,2	0,2

Bezeichnet man die Zeiten der Winde mit a, die des unteren Gewölks mit b, die der Wolken, Wölkchen etc., kurz die Zeiten der übrigen Schichten der Reihe nach mit c, d, e, f, g, h, so ist, die Abscissenlinie = 100 gesetzt, der Inhalt des unteren Vierecks $= 6\,\frac{a+b}{2}$, der des nächst höheren $= 8\,\frac{b+c}{2}$ etc. und die Summe der 7 Vierecke, d. h. der Inhalt der ganzen Figur nach gehöriger Reduction:

$$= 3a + 7b + 9{,}5c + 13d + 17{,}5e + 20f + 20g + 10h.$$

Die hiernach bestimmte mittlere Dauer der 8 Strömungen innerhalb der ganzen Atmosphäre beträgt nach der Tabelle 4:

SW-	W-	NW-	N-	NE-	E-	SE-	S-Strömung
21,1	25,4	20,6	10,1	4	3,8	4,4	10,6

Die Westströmung ist die am häufigsten vorkommende, dann folgen die gsgen die Richtung W—E symmetrisch liegende SW- und NW-Strömung, beide fast gleich häufig, dann die N- und S-, beide wiederum sich das Gleichgewicht haltend, demnächst folgen in ähnlicher Weise NE- und SE- und endlich die E-Strömung, als die seltenste, etwa 7mal seltener als die W-Strömung.

Die Werthe der Zeiten für die verschiedenen Höhen zeigen, dass zwar jede Strömung in allen Höhen der Atmosphäre vorkommt, doch aber besondere Regionen bevorzugt. Wir fassen die polaren (NW, N, NE) und die äquatorialen (SE, S, SW) zusammen und erhalten aus der letzten Tabelle für dieselben folgende Zeiten:

Tabelle 5.

Luftdruck	Aequat. Strömungen T	Δ	Polare Strömungen T	Δ	
760 mm × 0,0	**43**	+ 7	27,7	- 7,	Grenze der Atmosphäre
0,2	**40**	+ 4	31,2	— 3,5	circa 41000′
0,4	**37,1**	+ 1,1	34,8	+ 0,1	Oberer Cirrus
0,6	34,1	+ 1,9	**38,2**	+ 3,5	Unterer Cirrus
0,75	34,4	- 1,6	35,1	+ 0,4	Wölkchen
0,86	30,4	— 5,6	37,3	+ 2,6	Wolken
0,94	23,4	— 12,6	**42,5**	+ 7,8	Unteres Gewölk
1,0	**45,1**	+ 9,1	31,8	— 2,9	Windregion
Mittel	36		34,7		

Vergleicht man die Zeiten in den verschiedenen Höhen mit der mittleren Zeitdauer (siehe die neben den Zeitwerthen stehenden Differenzen derselben gegen die bezüglichen planimetrischen Mittel), so zeigt sich, dass die äquatorialen Strömungen in den höheren und höchsten Regionen der Atmosphäre vorherrschen, und dass unter ihnen die polaren Strömungen besonders in der Region des unteren Cirrus und des unteren Gewölks überwiegen. In der Windregion sind wiederum äquatoriale Strömungen vorherrschend.

Die Massen der fortbewegten Luft.

Wie die Werthe der Zeitdauer, so müssen auch die der Volumina in Tabelle 2 auf gleiche Beobachtungszeit reducirt werden, um ein richtiges Bild von der Luftbewegung zu erhalten. Da die Geschwindigkeiten dieselben bleiben, braucht man letztere daher nur mit den percentisch berechneten Zeiten zu multipliciren, um die gesuchten Volumina zu erhalten.

Man findet alsdann die folgenden Werthe:*)

Tabelle 6.

Luftdruck		Strömungsrichtung. SW	W	NW	N	NE	E	SE	S		
760 mm × 0,0	berechnet	201	204	147	64,1	14,5	9,43	11,6	92,8	744	—
0,2	berechnet	161	178	143	67,8	17,1	10,9	15,4	77	670	41000′
0,4	Oberer Cirrus	125	154	134	68,6	19,5	12,5	18,3	63	596	23000
0,6	Unterer Cirrus	93,4	129	123	66,8	21,9	14,3	20,7	49,6	518	12800
0,75	Wölkchen	69,8	103	85,6	36,1	9,81	8,87	10,3	27,6	350	7200
0,86	Wolken	54	91,5	76	30,3	11,3	12,1	10,4	17,8	304	3800
0,94	Unteres Gewölk	55,9	112	98,5	40,6	18,8	20,3	13,5	14	374	1600
1,0	Wind	39,8	35,8	25,7	19,8	17,6	13,4	16,3	31	198	0
		113	140	118	56,5	16,9	12,3	15,3	53	525	

Wie bei den Zeiten, so ist auch hier die mittlere Masse der in westlicher Richtung fortbewegten Luft am grössten (140). Demnächst folgen die symmetrisch gegen W gerichteten SW- und NW-Strömungen (113 und

*) Die Volumenangaben sind der Raumersparniss wegen von hier an überall durch 10 dividirt.

118). Weiter folgen die N- und S-Strömung (mit den Massen 56,5 und 53). Darauf NE- und SE- (mit 16,9 und 15,3) und endlich die E-Strömung, die geringste Menge Luft fortführend, nämlich 12,3, etwa 11 mal weniger, als die W-Strömung.

Im Ganzen fliesst von N nach S fast ebensoviel Luft, wie in umgekehrter Richtung. Eine genaue Ausgleichung findet statt in einer Richtung, die etwa 2° nach rechts gegen den Meridian geneigt ist, wie man sich überzeugt, wenn man in einer Windrose den verschiedenen Strahlen die den obigen Mittelwerthen entsprechenden Längen giebt und die Endpunke durch eine Kurve verbindet. Zeichnet man nun um das Centrum eine neue Windrose, die um etwa 2° gegen die erste nach rechts gedreht erscheint und misst die von der Kurve abgeschnittenen Längen der neuen Strahlen, so findet man SW = NW, N = S, NE = SE, und es geht in dieser bezeichneten Richtung genau gleich viel Luft hinüber, wie herüber.

Diese Ausgleichungsrichtung ist um deswillen interessant, weil, wie später gezeigt werden wird, dieselbe im Laufe des Jahres eine regelmässige Schwenkung nach der einen und nach der anderen Seite hin macht.

Wie die Zeiten, so zeigen auch die Massen in den verschiedenen Höhen eigenthümliche Abweichungen von den mittleren Werthen.

Die Volumina der äquatorialen und polaren Strömungen haben in den 8 Höhenschichten folgende Werthe:

Tabelle 7.

Luftdruck	Aequ. Strömung	Pol. Strömung	Verhältniss	(Aequ. = 1 Gesch.)
0,0	305	226	**1** : 0,741	Grenze
0,2	253	228	**1** : 0,902	41000′
0,4	206	222	1 : 1,08	Oberer Cirrus
0,6	164	212	1 : **1,30**	Unterer Cirrus
0,75	108	131	1 : 1,21	Wölckchen
0,86	92,2	118	1 : 1,28	Wolken
0,94	83,4	158	1 : **1,90**	Unteres Gewölk
1,0	87,1	63,1	**1** : 0,725	Wind
Mittel	181	191	1 : 1,06	Mittel.

Das mittlere Verhältniss der äquatorialen zu den polaren Strömungen ist 1 : 1,06. Gerade wie bei den Zeiten strömen in den höchsten Regionen verhältnissmässig grössere Massen Luft in äquatorialer Richtung, darunter und zwar auch besonders in der Region des unteren Cirrus und des unteren Gewölks verhältnissmässig mehr Luft in polarer Richtung. In der Windregion haben wiederum die äquatorialen Strömungen das Uebergewicht, ganz analog dem, was wir bei den Zeiten gesehen.

Die planimetrischen Mittel der Volumina (Tab. 6) dividirt durch die der Zeiten (Tab. 4) ergeben die mittleren Geschwindigkeiten, wie sie in Tab. 3 unten angegeben sind.

Die westlichen Strömungen haben eine bedeutend grössere Geschwindigkeit, als die östlichen (1 : 0,58), die nördlichen eine etwas grössere, als die südlichen (1 : 0,9).

Zeichnet man nach den Mittelwerthen der *T*, *V* und *V* : *T* Kurven in der Art, wie dies bei den Volumenwerthen beschrieben, und vergleicht die 3 Darstellungen, so bemerkt man, dass in jener oben erwähnten, um etwa 2° von der wahren NS-Linie nach rechts gewandten Richtung die nördlichen Strömungen etwas kürzere Zeit, dafür aber schneller, die südlichen etwas längere Zeit, dafür aber langsamer fliessen, so dass schliesslich gerade so viel Luft von S nach N, wie von N nach S in dieser Richtung fliesst, indem die Produkte aus Zeit und Geschwindigkeit die gleichen sind für beiderlei Strömungen.

Ueber den Ballon Renard-Krebs.

Im Protokoll der Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt vom 5. September 1885 (Siehe Heft IX. Seite 288), ist einer Mittheilung Erwähnung gethan, welche ihrer Zeit durch die Tagespresse gegangen. Die Mittheilung betraf eine von den Herren Renard und Krebs am Dienstag, den 25. August d. J., unternommene Luftreise, sie lautete:

„Die Erfinder des lenkbaren Ballons, die Herren Hauptleute Krebs und Renard, haben mit einer neuen elektrischen Maschine zum Treiben der Schraube Versuche angestellt. Der Versuch, um den es sich handelte, war ein doppelter. Man wollte gegen eine ziemlich heftige Windströmung fliegen und dann sich zur Erde niederlassen, ohne gezwungen zu sein, das Ventil zu öffnen. Das Gelingen dieses Versuches schloss natürlich einen bedeutenden Fortschritt für die Benutzung des lenkbaren Ballons zu militärischen Zwecken ein. Seit einigen Tagen schwebte ein Balloncaptif über Meudon, mit dem ein Instrument verbunden war, an welchem man die Geschwindigkeit des Windes in den verschiedenen Lufthöhen ersehen konnte. Am Dienstag um 6 Uhr stieg man auf. Der Wind, den man auf der Erde kaum bemerkte, wehte in einer Höhe von 300 Meter von Nordost mit besonderer Heftigkeit. In dieser Höhe wurde die Schraube in Bewegung gesetzt und, nachdem der Ballon sich eine Stunde gegen den Wind gehalten hatte, verschiedene Bewegungen unter Zuhilfenahme eines Segels ausgeführt, welches die Form eines Trapezes hat, hinten über der Gondel angebracht und eine wesentliche Verbesserung des Renard-Krebs'schen Systems ist. Inzwischen hatte sich ein Geschwader Militär-Arbeiter nach dem jenseits Vilizy auf der Strasse von Versailles nach Montrouge liegenden Landgute Villacoublay begeben. Langsam bewegte sich der Ballon nach der im voraus bezeichneten Lokalität. Bevor er sich zur Erde niederliess, machte er noch einige Evolutionen mit vollendeter Regelmässigkeit und hielt sich darauf (obwohl der Wind sich in seiner Heftigkeit verdoppelt hatte) einige Minuten unbeweg-

lich über dem Punkt, wo die Arbeiter bereit standen, ihn aufzunehmen. Schliesslich liess er sich unter dem Einfluss des an der Gondel angebrachten Gewichtes, indem er regelmässige Bewegungen nach vorwärts und rückwärts machte, ohne Schwierigkeit und ohne Stösse herab. Da die Nacht hereinbrach, so machten die Erfinder die Rückfahrt nach Meudon nicht per Ballon, sondern liessen denselben durch die Arbeiter nach Hause schaffen, wobei diese mit den Besitzern der bestellten Runkelrüben-Ländereien, über welche die Reise ging, in Konflikt geriethen, so dass schliesslich die Gendarmerie zum Schutze des Ballons einschreiten musste."

Bei dieser Veranlassung nehmen wir Gelegenheit, eine kritische Bemerkung zu registriren, welche die Wiener „Neue frei Presse" in ihrem Abendblatt vom 2. Dezember 1884 brachte. Unterzeichnet war diese Bemerkung mit einem lateinischen P., unter welcher Chiffre wir wohl einen unserer geschätzten Wiener Mitarbeiter vermuthen dürfen. Der Wortlaut war folgender:

„Wie es zu erwarten war, haben die Versuche mit dem lenkbaren Luftschiffe der Herren Renard und Krebs in Frankreich zu keinem andern Erfolge geführt, als dass durch dieselben abermals der Beweis erbracht wurde, dass die Lenkung des Ballons wohl möglich sei, aber die zu diesem Zwecke künstlich zu schaffende Kraft nicht ausreicht, um der Bewegung des Luftschiffes jene Energie, jenes mechanische Moment zu verleihen, welches nothwendig wäre, um bedeutenderen Lufströmungen zu widerstehen. Trotz dieses neuerlichen Misserfolges ist aber an der endlichen Lösung des Flugproblems dennoch nicht zu verzweifeln, weil die im Prinzipe begangenen Fehler bei der von Renard und Krebs angewendeten Konstruktion offen daliegen und dieselben solcherart sind, dass sie beseitigt werden können. Die Herren Renard und Krebs haben darin gefehlt, dass sie ihren Flugapparat durch den Auftrieb des Ballons gänzlich entlasteten. Es giebt aber keine Flugthiere, welche, gleich einem solchen entlasteten Apparat, leichter als die Luft wären, sondern alle Fluggeschöpfe haben ein Eigengewicht, welches ihrer hebenden Kraft proportional bemessen ist. Es ist da doch die Frage erlaubt: Warum haben die Herren Renard und Krebs in ihrem Nachahmungstriebe gerade dieser entscheidenden physiologischen Eigenschaft der Flugthiere nicht Rechnung getragen? Wir behaupten, lediglich aus dem Grunde, weil der Gedanke in uns eingelebt ist, dass Schwere jedem Flugversuche hinderlich sei, während bei schärferer Prüfung dieser Frage geradezu das Gegentheil sich als Resultat ergiebt, wenn man dem Luftschiffe einige, aber nicht zu grosse, also bestimmt bemessene Schwere verleiht. Denken wir uns das Renard'sche Luftschiff, so wie es aus des Baumeisters Hand hervorgegangen ist, hoch in der Luft durch die Auftriebskraft des Ballons schweben, und es wäre der Luftschiffer in diesem Momente in der Lage, etwa durch Aufrollen eines Seils, das Gewicht seines Flugapparates so zu vermehren, dass derselbe nicht mehr leichter als die Luft, sondern schwerer wird;

nehmen wir an, das aufgezogene Seil würde dem Apparat ein Uebergewicht von 30 Kilogramm verliehen haben. Was würde nun geschehen? Offenbar würde der Apparat, geradeso als wenn der Luftschiffer Gas ausgelassen hätte, langsam, aber immerhin mit einer gewissen Energie sinken. Was würde nun weiter geschehen, wenn die am Apparat befindliche Maschine in dem Momente, wo das Sinken beginnt, horizontal zu arbeiten begänne? Das vertikal sinkende Schiff würde zugleich horizontal fortgeschoben werden, und das Ergebniss der Arbeit dieser beiden, von einander unabhängigen, selbstständigen Kräfte wäre offenbar ein schräger Abwärtsflug, in welchem sich die Energie des Falles und die Energie der Maschine vereinigt hat, also ein Abwärtsflug mit verdoppelter Kraft. Man kann sich nun recht gut vorstellen, dass die Maschine, statt horizontal zu drücken, schräg nach aufwärts arbeitet; durch dieses veränderte Zusammenwirken der arbeitenden Kräfte würde offenbar eine andere Fluglinie erzeugt werden müssen, die mehr oder weniger sich der horizontalen nähert, aber eine bedeutend grössere Energie besässe, als sie durch die Arbeit der Maschine auf den entlasteten Ballon je hervorgerufen werden könnte. Die beschränkte Ueberlastung des Ballons zeigt sich daher nicht als ein Hinderniss für die Flugfähigkeit, sondern als eine wesentliche Förderung derselben, und es ist damit bewiesen, dass, wenn die Herren Renard und Krebs sich entschliessen würden, ihr fertiges Luftschiff im geeigneten Moment mit einer geringen Ueberlast auszustatten, ihre Flugerfolge sehr bedeutende sein können. Plus lourd que l'air! Man hat also durchaus nicht nothwendig, an der endlichen Lösung der Luftschifffahrtfrage zu verzweifeln, wenn man auf dem Wege, die Vorbilder der Natur nachzuahmen, vorwärts schreitet. P.

Neue Schriften zur Luftschifffahrtskunde.

Les ballons dirigeables. Application de l'électricité à la navigation aérienne par Gaston Tissandier, Redacteur en chef du journal La Nature. Paris, Gauthier-Villars, 1885.

Obgleich gewiss sehr Viele der Leser dieser Zeitschrift von dem obigen Buche schon eingehend Kenntniss genommen haben, eine Besprechung also etwas verspätet erscheint, so darf sie doch keineswegs unterbleiben, da es ohne Zweifel zu den Aufgaben dieser Zeitschrift gehört, über alle wichtigen Erscheinungen auf dem Gebiete der Luftschifffahrt zu berichten. Zu den wichtigen und hervorragenden Veröffentlichungen gehört obiges Buch aber ganz unstreitig. Ist es doch eins von den wenigen. in denen der Autor von eigener, erfolgreicher Arbeit zu berichten weiss. Wer aber aus der Fülle des selbst Durchdachten und selbst Durchlebten erzählen kann, dem fehlt es nicht an jener Lebendigkeit und Frische der Darstellung, welche die Theilnahme des Lesers wecken. Ein erfrischender und doch erwärmender Hauch weht durch das ganze Buch.

Es traf sich gut, dass noch vor Vollendung desselben die entscheidenden Versuche der Herren Renard und Krebs in Meudon stattgefunden hatten. Nicht nur.

dass hierdurch das Interesse der Welt für die behandelten Fragen sich ungemein vermehrte, so erweiterte sich auch der Inhalt des Buches selbst. und es wurden gewissermassen die Bestrebungen des Einen durch die Erfolge des Andern mit dem richtigen Hintergrunde versehen.

In der Einleitung erwähnt Tissandier seiner Vorgänger in der Bemühung, den Ballon lenkbar zu machen, Giffard und Dupuy de Lôme. Es ist bekannt und schon anderweitig hervorgehoben, dass er dabei unseren Landsmann Paul Haenlein unbeachtet lässt, dessen Versuche 1873 bei Brünn in Mähren stattfanden und etwa den gleichen Erfolg hatten, wie die jener anderen Herren. Jeder dieser vier ist seine eigenen Wege gegangen und hat seine Verdienste; aber die Anerkennung der Welt ist doch erst Renard und Krebs zu Theil geworden, weil es ihnen als den ersten von allen Luftschiffern gelang, auf den Platz ihrer Auffahrt zurückzukehren. Während der Unterschied der Leistung der genannten Experimentatoren nur ein gradueller ist, so sah die staunende Welt mit einem Male einen Erfolg unvermittelt vor sich, ohne Kenntnis der Zwischenstufen; ihr schien die sogenannte Lenkbarkeit des Luftschiffes eine vollendet aus dem Haupt des Zeus geborene Pallas-Athene. Wären jene Herren so unbedacht gewesen, ihre erste Auffahrt bei leidlich starkem Winde zu unternehmen, so wäre der grösste Theil des moralischen Erfolges nicht erreicht worden, während doch das objektiv gemessene Ergebnis — 6 m Eigengeschwindigkeit — genau dasselbe geblieben wäre. Hätten sich umgekehrt die Gebrüder Tissandier in der glücklichen Lage befunden, einen fast vollkommen windstillen Tag abwarten zu können, so dürfte der Ruhm, mit dem Luftfahrzeuge an denselben Ort zurückgekehrt zu sein, vermuthlich ihnen zugefallen sein. Selbstverständlich werden die grossen Verdienste der Herren Renard und Krebs durch diese Bemerkung nicht im Mindesten herabgesetzt.

Jeder ihrer vier Vorgänger hat es, wie schon gesagt, mit einem andern Motor versucht. Während Giffard eine leichte, aber möglichst kräftige Dampfmaschine verwandte, zog Dupuy de Lôme aus Furcht vor Feuersgefahr die Menschenkraft vor. Es schien ihm nicht gerathen, einen Feuerheerd in so gefährlicher Nähe des brennbaren Ballongases zu haben, ganz abgesehen davon, dass auch die beständige Erleichterung um das Brennmaterial und das verdampfte Wasser gewisse Unbequemlichkeiten mit sich bringt. Haenlein drittens bediente sich eines Gasmotors, ein Gedanke, der als durchaus glücklich und zutreffend bezeichnet werden muss. Tissandier endlich hat es unternommen, eine elektrodynamische Maschine zur Drehung der Schraube, deren er sich so gut, wie die andern bediente, anzuwenden.

Der Verfasser erzählt nun zunächst seine Vorversuche. Dieselben gipfeln in der Herstellung und Vorführung des kleinen Ballons der Pariser elektrischen Ausstellung 1881, welcher unter dem Drucke einer von einer kleinen elektrodynamischen Maschine bewegten Schraube in der Halle nahezu frei umherschwebte. Eine volle Freiheit konnte in diesem Falle nicht verwirklicht werden. Ein Ballon von solch kleinen Dimensionen, etwa $3\frac{1}{2}$ m Länge und 1,3 m Querdurchmesser, war ausser Stande, neben der Maschine auch noch die elektrische Batterie zu tragen. Diese musste also auf dem Boden stehen bleiben und musste durch Leitungsdrähte mit dem bewegten Ballon verbunden bleiben.

Nunmehr entschloss sich Tissandier zur Ausführung eines entscheidenden Versuches im grossen Maassstabe und zwar, da sich keine opferwilligen Kapitalisten finden wollten, auf eigene Kosten in Gemeinschaft mit seinem Bruder, dem Archi-

tekten Albert Tissandier. Es giebt sehr wenig Leute, die in der Lage und zugleich in der Laune sind, hunderttausend Francs und mehr für derlei Sachen zu opfern. Um so mehr Anerkennung verdienen diese wenigen, die es ohne Phantasterei mit klarem Sachverständniss thun.

Das Buch, soweit es des Verfassers eigene Versuche behandelt, gliedert sich nach den verschiedenen Theilen des Luftschiffes, speziell mit Rücksicht auf seine Fortbewegung. Der Urquell derselben ist die elektrische Batterie. Daher galt die wichtigste Arbeit der Auffindung und Zusammensetzung einer solchen, welche bei gegebenem Gewicht eine möglichst grosse Arbeitsleistung erzielt. Die Entscheidung fiel zu Gunsten eines Kohle-Zink-Bechers mit einer sehr konzentrirten Lösung von doppeltchromsaurem Kali und Schwefelsäure in Wasser aus. Dieselbe soll eine erheblich grössere Konstanz besitzen, als man gewöhnlich glaubt. Für seine Zwecke gab Tissandier dem Becher folgende Form: in einen Ebonittrog von 3 mm Wandstärke. 35 cm Länge, 16 cm Höhe und 14 cm Breite sind 13 Kohlen- und 12 Zink-Platten abwechselnd aufgestellt, erstere 2,5, letztere 1 bis 1,5 mm dick. Diese Platten sind mittelst Klemmen an kupfernen Längsstreifen befestigt und diese an den Aussenrand des Ebonittroges angeschraubt. Letzterer ist dicht über dem Boden mit einer Ansatzröhre versehen, von der ein Gummischlauch zu einem die Füllungsflüssigkeit, 4 l, enthaltenden Eimer führt. Je nachdem man diesen hebt oder senkt, wird sich der Trog nach dem Prinzip der kommunizirenden Röhren füllen oder leeren. Das Gesammtgewicht des ganzen Apparates erreicht noch nicht 8 kg. Man hat es hier mit einem galvanischen Becher von sehr grosser Fläche zu thun, dessen innerer Widerstand daher sehr gering ist, zumal da auch die Flüssigkeit vermöge der starken Konzentration gut leitet und sogar gelegentlish erwärmt verwandt wird. Bei geringem Widerstand des äusseren Schliessungskreises erhält man daher sehr starke Ströme. Der Verfasser erzählt, dass er unter diesen Umständen während 20 Minuten einen Strom von 110 Ampère, mit einer Potentialdifferenz der Grenzen von 1,68 Volt erhalten habe. Dies gleicht einer Arbeitsausgabe von 18 kg in der Sekunde und entspricht einem Motorgewicht von 33 kg auf die Pferdekraft. 18 solcher Becher hintereinander zu einer Batterie zusammengestellt, würden bei einem Gewicht von 140 kg in einem Stromkreise von 0,54 Ohm Widerstand eine verfügbare Arbeit von 135 kgm bei einer Stromstärke von 50 Ampère ein und eine halbe Stunde hindurch liefern. Mit einem Gewichte von 200 kg für Batterie und Motor ist es daher möglich eine dauernde und beständige Arbeit von 100 kg in der Sekunde ein und eine halbe Stunde hindurch zu leisten.

Das nächste Kapitel handelt von der Schraube und dem Motor. Letzterer ist von dem Pariser Haus Siemens für diesen besonderen Zweck angefertigt und wiegt im ganzen 55 kg. Er lieferte eine effektive Pferdekraft bei 1200 bis 1400 Umdrehungen in der Minute und einem Wirkungsgrad von 55 %. Der Strom betrug dabei 45 Ampère bei einer Potentialdifferenz an den Grenzen von 40 Volt. Die Umdrehungen wurden auf die Schraube im Verhältniss 10 : 1 übertragen. Mit 12 hintereinander eingeschalteten Elementen obiger Art, machte die Schraube 80 Umdrehungen in der Minute und übte dadurch einen Zug von 5 kg aus; mit 18 Elementen 120 Umdrehungen und 7 kg, mit 24 Elementen 180 Umdrehungen und 12 kg. Selbstverständlich gestaltet sich die Sache bei fortschreitender Bewegung der Schraube etwas anders. Auch muss es uns Wunder nehmen, dass der Schraube nur ein Durchmesser von 2,85 m gegeben worden ist. Das Widerstandsverhältniss der

Schraube und des Ballons wird dadurch zu klein, der Wirkungsgrad gering und der Rücklauf (recul) gross.

Im nächsten Abschnitt wird der Wasserstofferzeuger besprochen, welchen der Verfasser nach seinen Angaben hat bauen lassen, um binnen weniger Stunden mehr als 1000 cbm reinen und trockenen Gases zu erzeugen. Der Apparat besteht im Wesentlichen aus vier grossen senkrechten Holzzylindern. Diese liefern in der Stunde 300 cbm Wasserstoff, wozu 1000 kg durchgesiebte Eisenspähne und 1500 kg Schwefelsäure, in ihrem dreifachen Volumen Wasser gelöst, erforderlich sind. Jeder dieser Zylinder ist aus acht grossen Thonröhren von 0,45 m innerem Durchmesser und 0,76 m Höhe aufgebaut, welche unter sich mit dem Fundament und den Zuleitungsröhren vermittelst eines Kittes aus geschmolzenem Schwefel, Harz, Talg und zerstossenem Glase zusammengefügt sind. Diese Zylinder werden von oben mit Eisenspähnen gefüllt und geschlossen, wobei ein Ventil im Deckel einer etwaigen durch zufällige Verstopfung drohenden Explosionsgefahr vorbeugt. Eigentlich wohl unnöthigerweise; denn es müssten zur Erzeugung dieser Gefahr drei grosse Ab- oder Zuflussöffnungen sich gleichzeitig verstopfen, was kaum zu erwarten. Die Säure, welche das Eisen aufzulösen hat, wird von unten her zugeführt und steigt, während sie das Eisen löst und sich dadurch abnutzt, allmählich auf, um dann in halber Höhe des Apparates durch eine U-förmig gebogene Seitenröhre auszufliessen. Zugleich tritt beständig von unten her neue Flüssigkeit zu, und die den Zylinder ursprünglich bis oben füllenden Eisenmassen sinken nach, um auch ihrerseits gelöst zu werden. Ist dies geschehen, so hat der Vorgang sein Ende erreicht. Da die vier Zylinder unabhängig von einander sind, so ist es möglich, den einen zu füllen, während die andern drei in Thätigkeit sind. Das entwickelte Gas endlich wird in bekannter Weise erst mit kaltem Wasser gewaschen, um es von der mitgerissenen Säure und den warmen Wasserdämpfen zu befreien und dann durch Aetznatron und Chlorkalcium getrocknet. Alsdann ist dasselbe so rein, dass es eine Steigkraft von 1180 bis 1190 g für den Kubikmeter erreicht.

Die nächsten beiden Abschnitte sind der Konstruktion des Ballons und seiner Gondel, sowie der Unterbringung der Batterie und des Motors gewidmet. Einen Ballon von länglicher Gestalt zu konstruiren und in dieser bei der Bewegung durch die Luft zu erhalten, hat einige Schwierigkeiten. Tissandiers Ballon ist im Wesentlichen ein Rotationskörper von 28 m axialer Länge und 9,2 m äquatorialen Durchmesser. Als die wesentlichste Stütze desselben muss eine meridionale Schiene, aus Bambusstäben und Nussbaumlatten hergestellt, betrachtet werden, welche den Ballon als horizontaler Ring umgiebt. Von besonderer Versteifung der Spitze entsinnt sich Referent nichts gelesen zu haben. Die Schraube ist an der Gondel angebracht, von der Mitte des Ballons aus etwas nach hinten. Ihre Axe ist von der des Schiffes selbst ungefähr 10 m entfernt, nämlich um etwa 3/8 der ganzen Schiffslänge. Wenngleich ja die Zugkraft der Schraube bei jeder beliebigen Entfernung beider Axen stets in gleicher Stärke auf den Ballon übertragen wird, nota bene, nachdem die nöthige Deformation eingetreten ist und man sich im Beharrungszustande befindet, so kann doch die Fesselung des Ballonkörpers unmöglich eine so weitgehende sein, um jede Neigung, nach rechts oder links etc. auszuweichen, ausreichend zu unterdrücken. Es scheinen sich denn auch in der That, wenigstens bei der ersten Auffahrt, unangenehme Erscheinungen dieser Art bemerkbar gemacht zu haben.

In dieser Hinsicht bedeutet die Anordnung, welche Renard und Krebs getroffen

haben, einen grossen Fortschritt; desgleichen ihr Gedanke, die Gondel selbst als Versteifung des Ballons zu benutzen, an Stelle der von Tissandier verwandten flankirenden Stangen.

Als interessanter Nebenumstand der Tissandierschen Konstruktion sei noch erwähnt, dass der Ballonmund (Appendix) während der Fahrt geschlossen war, vermöge einer aus Goldschlägerhaut gebildeten und von Gummischnüren gehaltenen Klappe.

Nach diesen Vorbereitungen konnte endlich die erste Auffahrt stattfinden, am 8. Oktober 1883. Wenngleich es nur schwer gelang, die Richtung des Ballons, der stets auszuweichen sich bestrebte, mittelst des Steuerruders zu beherrschen, so konnte doch eine Eigengeschwindigkeit von 3 m festgestellt werden.

Zu einer zweiten Auffahrt kam es erst ein Jahr später, am 26. September, nachdem einige wesentliche Vorkehrungen, besonders am Steuerruder, angebracht worden waren. Diesmal gehorchte das Schiff besser, und aus dem Standhalten gegen einen veränderlichen Wind von 3—5 Metern konnte man auf eine Eigengeschwindigkeit von nahezu 4 m schliessen.

Weit in den Schatten gestellt werden nun allerdings diese interessanten Versuche durch die Erfolge der Herren Renard und Krebs, über welche der zweite Theil des Buches handelt. Da hierüber schon oft und viel geschrieben worden ist, kann eine Berichterstattung über diesen Theil um so eher unterbleiben, als Tissandier leider nur als fernstehender Zuschauer erzählen kann, dem es ebensogut, wie anderen, verwehrt ist, einen Blick in die Einzelheiten aus der Nähe zu thun.

Wollte man die Leistung beider Luftschiffe — unter Zugrundelegung der Geschwindigkeiten 6 und 4 m — mit einander vergleichen, so könnte man nur sagen, dass die des Renardschen $3\frac{1}{2}$ mal so gross ist, als die des Tissandierschen, da die Arbeit, welche letzterem erst die Geschwindigkeit des ersteren ertheilt, sich zu der wirklich disponiblen Arbeit verhält, wie $6^3 : 4^3 = 3{,}4 : 1$. Hieraus geht hervor, welch gewaltigen Schritt vorwärts jene Herren gethan haben.

Zum Schluss äussert sich Tissandier über die Vortheile grosser Luftschiffe. Er thut dies, indem er für zwei Fahrzeuge von der Gestalt des seinigen mit 1000 und 3000 cbm Inhalt die in Betracht kommenden Zahlen berechnet. Er findet, dass bei jenem nur 350, bei diesem aber 2100 kg Tragkraft für den Motor verfügbar bleiben, dass folglich, wenn man die Arbeitsleistung des Motors einerseits seinem Gewichte, andererseits der dritten Potenz der Geschwindigkeit und zugleich dem Quadrate der Lineardimensionen proportional setzt, der zweite Ballon eine Geschwindigkeit von 5,6 m*) erreichen wird, wenn der erste 4 m erreicht, oder auf die Stunde bezogen von etwa 21 km gegen 15 km. „Was für Erfolge würde man nun erst gar aufzuweisen haben, wenn man sich stark verlängerte Luftschiffe (d. h. also mit geringer Widerstandsfläche) von 30 000, 50000, 100 000 cbm Inhalt erbauen würde. Man könnte die Geschwindigkeit unserer Expresszüge erreichen und den meisten gewöhnlich vorkommenden Winden die Stirn bieten.“ Referent muss bekennen, dass er viel zu nüchtern und zweiflerisch die Luftschifffahrt und ihre Zukunft

*) Beiläufig sei bemerkt, dass bei Tissandier infolge eines Druckfehlers hier ebenfalls die Zahl 4 steht, und dass die darunter stehende Zahl 25 km nur gerechtfertigt ist, wenn die Arbeit des Motors in stärkerem Maasse als sein Gewicht zunimmt, nämlich beim sechsfachen Gewicht zehnmal so gross ist. So wird, allerdings im Widerspruch mit den vorher aufgestellten Zahlen, im unmittelbar folgenden Texte, Seite 100, gesagt.

betrachtet, als dass er Lust empfinden könnte, solch kühnen Plänen oder Hoffnungen sich anzuschliessen. Einer jeden Polemik dieser Art, sie sei so begründet, wie sie wolle, würde aber stets, wie es Tissandier auch schon thut, entgegnet werden, wie die Entwicklung der Dampfschifffahrt und der Eisenbahnen die kühnsten Erwartungen, welche man an ihr erstes schüchternes Auftreten knüpfen konnte. weit hinter sich gelassen haben. Hoffen wir darum, dass den nüchternen Anhängern der Luftschifffahrt noch recht viele freudige Ueberraschungen vergönnt und den überschwenglichen Freunden derselben möglichst alle Enttäuschungen erspart bleiben möchten.

Gerlach.

Protokoll

der am 14. November 1885 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.*)

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: i. V. Dr. Kronberg.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Vortrag des Herrn Dr. Vettin über experimentelle Darstellung der aufsteigenden Luftströme, der Cyklonen und Kalmen; Mittheilungen über einige meteorologische Beobachtungen bei Ballonfahrten von Herrrn von Hagen.

An Drucksachen sind nach Mittheilungen des Vorsitzenden dem Vereine seit der letzten Sitzung zugegangen: die regelmässigen Fortsetzungen der Zeitschriften: Boletim da Sociėdade de geographia de Lisboa, 5. Seria, No. 3 und 4; Revista das Sciencias militares, (Lisboa) I. Bd.. Heft 1, 2 und 4; Rivista maritima (Roma) Heft 9 und 10; Rivista maritima Braziliera, Jahrg. 4, Heft 11 und 12; ausserdem ein in russischer Sprache abgefasster Katalog über Bücher, welche die Luftschifffahrtskunde betreffen.

Zuschriften an den Verein, welche aëronautische Versuche, Beobachtungen oder Projekte behandeln, sind u. a. von Herrn Sewig in Berin, Herrn Platte in Wien und Herrn Steuermann Pattosien in Bremen eingegangen. Die Experimente des Herrn Sewig sind mit dem bereits öfter in den Sitzungen erwähnten, von ihm konstruirten Apparat zur Prüfung des Nutzeffektes von Luftschrauben angestellt und beziehen sich auf das Verhältniss, in welchem der Luftwiderstand mit wachsender Fläche zunimmt. Das Projekt des Herrn Platte bezieht sich auf eine neue Ausführung seiner bereits mehrfach in der Zeitschrift (Jahrg. 1884. S. 271 und 308) besprochenen Idee, am Ballon einen Aequatorialschirm anzubringen, um mittelst desselben den Ballon nach kurzem dynamischen Auftrieb schräg vorwärts fallen zu lassen und ihm auf diese Weise eine Bewegung ähnlich derjenigen der Vögel mit Segelflug zu geben. Die Zuschrift des Herrn Pattosien enthält umfangreiche interessante Beobachtungen über den Segelflug der fliegenden Fische, der Albatrosse, Möwen und Sturmvögel, sowie Versuche zur mechanischen Analyse des Segelfluges. Pattosien ist der Ansicht, dass sich beim Segelfluge die Flugthiere durch geeignete Stellung der Flügel gleich einem Papierdrachen vom entgegenkommenden Winde heben lassen, darauf auf den Flügeln schwebend mit dem gewonnenen Antriebe vorwärts treiben und dabei, wie es scheint, durch geschicktes Kreuzen gegen den Wind dessen Widerstand zu vermindern streben. Das von Pattosien projektirte Segelluftschiff, welches durch beigefügte Photographien von einem Modell illustrirt wird (— dieselben circuliren

*) Die für den Monat Oktober angesetzt gewesene Sitzung fiel wegen ungenügender Betheiligung aus. D. Red.

im Verein —) ist in Gestalt nud Bau einem Albatross nachgebildet; die rasch wechselnde Umstellung der Segelflügel beim Fahren gegen den Wind soll die geschickt operirende Hand des im Körper des Luftschiffes zwischen den Flügelwurzeln Platz nehmenden Luftschiffers bewirken. Die Probefahrten sollen in Anbetracht der geringeren Gefährlichkeit eines Falles mit dem Fahrzeuge nur über Wasser angestellt werden. — Die Zuschriften werden zu eingehendem Studium und zur Beantwortung der technischen Kommision z. H. des Herrn Dr. Müllenhoff übergeben.

Unter den eingegangenen Schriftstücken findet sich ferner ein Antrag des Vereinsmitgliedes Herrn Priess, betreffend eine Petition an den Reichstag zur Aussetzung eines Preises auf die Lösung des Problems der Lenkbarmachung des Luftballons, eventuell auch für einen andern wesentlichen Fortschritt in der Aëronautik (vgl. u.).

Nach Erledigung der geschäftlichen Mittheilungen hält Herr Dr. Vettin den angekündigten Vortrag über experimentelle Darstellung der aufsteigenden Luftströme, der Cyklonen und Kalmen*), welcher in Folge der Vorführung mehrerer interessanter Experimente eine erhöhte Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt. Die Uebelstände, so führt der Vortragende aus, mit welchen die Veranschaulichung von Luftströmungen zu kämpfen hat, die Durchsichtigkeit der Luft, das leichte Beschlagen der Glasapparate selbst durch den Hauch oder die Berührung des Experimentirenden, fallen vollständig fort, wenn man, um die Bewegungen der Luft sichtbar zu machen, Rauch z. B. Tabaksrauch anwendet. Man führt denselben durch einen Gummischlauch in einen durch Glaswände abgegrenzten Raum ein und erregt, entsprechend dem Vorgange in der Natur, seine Bewegung durch Erwärmung oder Abkühlung. Die hierbei entstehenden zarten, meist rasch vorübergehenden Erscheinungen lassen sich nur bei Tageslicht in allen ihren Feinheiten beobachten und häufig nicht wie andere Versuche beliebig oft hinter einander wiederholen, da die Versuchsbedingungen meist nicht wieder sofort genau gleich herzustellen sind.

Die erst spät erfolgte Einführung des Experiments in die Meteorologie hat zur Berichtigung vieler Irrthümer geführt, welche durch die früher fast ausschliesslich angewandte rein deduktive Methode dieser Wissenschaft verschuldet waren. So wurde beispielsweise hinsichtlich der Stürme von Brandes angenommen, dieselben strömten beständig centripetal der barometrischen Depression zu, und von Dove, dieselben umkreisten die Depression, während der Versuch ganz andere Verhältnisse ergab. Ebenso sollten Passate und Stürme durch Eintreten von Luftströmen in enge Passagen entstehen können, ähnlich wie in Flüssen sich bei Verengung des Bettes starke Strömungen bilden, während dagegen das Experiment unter diesen Umständen die Bildung von zurückkehrenden Schleifen zeigt. Das Experiment hat ferner auch über manche bis dahin nicht zu verstehende Erscheinung klare Erkenntniss verschafft, so beispielsweise über die Aufklärung inmitten eines Gewitters und über die Ursache der starken Winter-Regen in Nord-Bengalen am Fusse des Himalaya. Dieselben müssen, wie Versuche schliessen lassen, dadurch entstehen, das der in dieser Zeit herrschende Nordostwind, welcher in Folge seiner Bewegung über die zum Himalaya ansteigende Hochebene beim Verlassen des schroffen Kammes des Gebirges eine aufsteigende Richtung erhalten hat, eine saugende Wirkung auf die feuchten

*) Die Untersuchungen des Herrn Dr. Vettin über die fraglichen Gegenstände datiren bereits vom Jahre 1857 ab; vgl. u. a Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie. Bd. 100, S. 99 u. 595, sowie Bd. 102, S. 246. D. Red.

Luftschichten am südlichen Abhange ausübt, sie hierdurch in die höheren kalten Schichten treibt und so die Condensation des in ihnen enthaltenen Wasserdampfs zu Regen herbeiführt. Auch zur Erklärung der Protuberanzen der Sonne, der Streifen des Jupiter und Saturn u. dgl. werden vielleicht derartige meteorologische Experimente den Schlüssel liefern.

Der Vortragende führt hierauf in fünf Experimenten die Haupttypen der in Rede stehenden Luftströmungen vor.

1. Experiment: Ein einfacher aufsteigender Luftstrom zeigte sich, wenn ein Theil einer am Boden einer cylindrischen Glaskuppel ausgebreiteten Rauchschicht durch die den Cylinder unten abschliessende Glasplatte hindurch mittelst einer Kerzenflamme gelinde erwärmt worden war. Es erhob sich dabei eine Rauchsäule, welche sich oben trichterförmig erweiterte und darauf sich in Streifen vertheilend herabsank.

Herr Dr. Müllenhoff erinnert bei diesem Versuche an die bekannte ähnliche Erscheinung bei der Selbstentzündung von Phosphorwasserstoffgas, welches man durch Auflösen von Phosphor in Kali- oder Natronlauge entwickelt; die sich hierbei bildenden sehr schönen Rauchringe beschreiben unter fortwährender Vergrösserung und Drehung gleichfalls annähernd eine Kegelfläche.

2. Experiment: Die Entstehung eines Wirbelsturmes wurde durch Erregung eines aufsteigenden Luftstromes in einem rotirenden Glaskasten gezeigt, wobei deutlich die Spiralbewegungen des Rauches zu erkennen waren. Es lassen sich durch Erregung von Wirbeln auch isolirte Rauchmassen emporführen. Die Details dieser ungemein zarten Erscheinungen würden sich wohl nur mit Hülfe der Momentphotographie fixiren lassen.

3. Experiment: Wie derartige Wirbel auch durch Abkühlung entstehen können, wird mit Hülfe eines von einer Glasskuppel überdeckten, mit Eis gefüllten Ringgefässes gezeigt, welches excentrisch auf einer rotirenden Scheibe befestigt ist.

4. Experiment: Die Kalmen und ihre Wanderung im Wechsel der Jahreszeiten werden unter Benutzung eines flachen, auf einer der schmalen Seiten aufgestellten und an zwei anderen schmalen Seiten durch Eis gekühlten Glaskastens demonstrirt. Es bilden sich in dem Kasten in Folge des Herabsinkens der Luft an den gekühlten Seiten zwei in vertikaler Ebene zirkulirende Ströme, während der Rauch oben über beiden eine Kuppe bildet und sich unten in der Mitte zwischen beiden zusammendrängt. Lässt man die Abkühlung auf der einen Seite fortfallen, so verschiebt sich die Kalme nach dieser Richtung: die Kalme wandert im Sommer.

5. Experiment: Wiederholt man den Versuch unter Benutzung eines breiteren Glasgefässes, einer Glaskuppel, so erkennt man, wie die Kalme einen schmalen Gürtel (eine Zone) genau senkrecht swischen den kältesten Punkten ihres Gebietes bildet.

Zu dem Vortrage des Herrn Dr. Vettin stellt der Vorsitzende Dr. Angerstein, nachdem er dem Dank des Vereins und dessen lebhaftem Interesse an den vorgeführten Experimenten Ausdruck gegeben, die Anfrage, ob etwa die letzteren auch bereits in grösserem Massstabe mit ähnlichem Erfolge angestellt seien, da ein Einfluss der absoluten Grösse des Raumes hier doch nicht wohl ausgeschlossen erscheine. Herr Dr. Vettin weist in Betreff dieses Umstandes auf Versuche in grösserem Massstabe hin, welche der als Gast anwesende Herr Professor Börnstein in der meteorologischen Gesellschaft vorgeführt hat. Auch in Räumen von der Grösse eines Zimmers würden sich nach seiner Meinung dieselben wohl noch wiederholen lassen.

Räucherkerzen sind zur Erzeugung des Rauches nicht anwendbar, da ihr Glühen die Erscheinungen sehr stark stört.

Nach der üblichen Pause wird Herr Generalmajor Boreskoff in St. Petersburg von Herrn Major Buchholz und Herrn Dr. Angerstein, sowie Herr Premier-Lieutenant Bruk von Herrn Major Buchholz und Herrn Lieutenant vom Hagen zur Mitgliedschaft angemeldet.

In dem alsdann folgenden Vortrage weist Herr vom Hagen zunächst auf eine Reihe interessanter älterer meteorologischer Beobachtungen bei Ballonfahrten hin und berichtet im Anschluss an dieselben über zwei Fahrten, von welchen er die erste in Gemeinschaft mit Herrn Priess und Herrn Dr. Jeserich und die zweite in Gesellschaft des Herrn Luftschiffer Opitz unternahm. Beide Fahrten gingen von der Schöneberger Gasanstalt aus; die erste endete hinter Liebenwalde und die zweite bei Wiesenthal an der Stettiner Bahn. Bei der ersten Ballonfahrt wurde eine Höhe von 5000 m erreicht. Bei 2000 m ereignete es sich, dass sich der Ballon in einer Windstille befand, während sich unter ihm eine schwache Windströmung zeigte. Als man, um in dieselbe zu gelangen, das Ventil öffnete, sank der Ballon so rasch, dass man befürchten musste, dem Erdboden zu nahe zu kommen, worauf beim Auswerfen von Ballast der Ballon sich wieder so rasch hob, dass wie in vielen Fällen eine Benutzung der günstigen Luftströmung nicht möglich war. Bei der zweiten Fahrt gerieth der Ballon bei 300 m Höhe in die Wolken, welche stark anfeuchteten, und hielt sich 2 Stunden oberhalb derselben. Dieselben boten den Anblick eines wogenden Meeres oder von Gletschern; sie waren grell weiss von der Sonne beleuchtet und zeigten das stark vergrösserte Bid des Ballons, erinnernd an das s. g. Brocken-Gespenst, und daneben den Schatten des Ballons. Von den Wolkenpartien unterhalb des Ballons wurden mehrere Photographien aufgenommen (— dieselben zirkuliren in der Gesellschaft —). Den Erdboden kann man von den im Aussehen oft sehr ähnlichen Wolkengebilden unter dem Ballon stets sicher durch die scharfen Linien unterscheiden, welche die Säume der Felder und Wälder bilden.

Nach dem Vortrage des Herrn vom Hagen zeigt der Vorsitzende als Kuriosum ein auf Veranlassung des Herrn Staatssekretairs Dr. Stephan angefertigtes Facsimile einer dem Postmuseum vor Kurzem einverleibten Postkarte, welche von Chemnitz aus die Reise um die ganze Erde gemacht hat.

Für die Bibliothek sind nach Mittheilung des Herrn vom Hagen neu angeschafft:

1. Einige Nummern der London News mit Artikeln über die Anwendung des Luftballons beim Kriege der Engländer im Sudan.

2. Dupuis de Lôme, vollständige Beschreibung seiner aëronautischen Versuche.

3. Eine Nummer der Revue scientifique mit einem Artikel über die Vorläufer von Montgolfier.

Der oben erwähnte Antrag des Herrn Priess, betreffend eine Petition an den Reichstag behufs Anregung eines Preisausschreibens, für welchen der Antragsteller namentlich ähnliche im Auslande versuchte Förderungsmittel des Unternehmungsgeistes geltend macht, wird der technischen Kommission zur Vorberathung überwiesen.

Vor Schluss der Sitzung werden die oben genannten Herren Generalmajor Boreskoff und Premier-Lieutenant Bruk zu Mitgliedern proklamirt und die nächste Sitzung auf den 12. Dezember festgesetzt.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Alte Jacob-Strasse 134.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

IV. Jahrgang. 1885. Heft XII.

Zur Erinnerung
an den
Freiherrn Friedrich vom Hagen.

Der Tod hat innerhalb einer kurzen Spanne Zeit zwei der thätigsten Mitglieder des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt dahin gerafft. Am 1. August 1885 starb einer der Begründer des Vereins, Herr J. E. Broszus, am 30. November verschied ein Mann, der in hervorragendster Weise für den raschen Aufschwung des Vereins gewirkt hat, Herr Freiherr Friedrich vom Hagen. Der Heimgang des Letzteren ist für diese Zeitschrift, für den Verein und für das gesammte Luftschifffahrtswesen ein vorläufig unersetzlicher Verlust.

Freiherr Friedrich Josef vom Hagen war geboren am 12. Februar 1827 zu Halle a. d. Saale als Sohn des Erb- und Majoratsherrn Freiherrn Friedrich vom Hagen und der Freifrau Dorothea vom Hagen, geb. von Rudolphi. Nachdem ihm die ersten Lebensjahre im elterlichen Hause verflossen, wurde seine Erziehung einem Landpfarrer in Kurhessen übertragen, vielleicht mit der Absicht, ihn für eine Gelehrtenlaufbahn vorzubereiten. Nachdem er indessen das Gymnasium absolvirt und das Abiturientenexamen abgelegt, trat er als Avantageur beim 8. Kürassier-Regiment ein, bei welchem er als Offizier die Feldzüge von 1848 und 1849 mitmachte und ausser den damals für die Theilnehmer an diesen Kriegen gestifteten allgemeinen Denkmünzen die Badische Tapferkeits-Medaille erwarb.

Nach einem Sturz mit dem Pferde, der eine schwere Verletzung zur Folge hatte, aus dem Heeresdienste ausgeschieden, führte ihn der ihm eigene Trieb nach rastloser Thätigkeit und Erweiterung seines Wissens über das Weltmeer. Er wandte sich nach Brasilien, wo er bald durch seine hervorragende Intelligenz die Aufmerksamkeit sehr einflussreicher Kreise auf sich lenkte. Er liess sich in Rio Janeiro nieder und übernahm hier die Leitung der Deutschen Schulen, die ihn zwar viel beschäftigte, ihm aber bei seiner ausserordentlichen Arbeitskraft doch noch zu anderweitiger Thätigkeit Zeit liess. Trotz seiner Stellung als „Direktor der Deutschen Schulen“ gründete er in der Brasilianischen Hauptstadt eine Deutsche Zeitung mit dem Titel „Germania“. Ueberhaupt war er schriftstellerisch sehr thätig und suchte dabei stets ganz besonders das Deutsche Interesse zu wahren. Welchen hohen Grad von Ansehen er daselbst genoss, dürfte am besten daraus hervorgehen, dass ihn der Kaiser Dom Pedro II. mit Vorliebe in seinen persönlichen Verkehr zog.

Die Liebe zur Heimath veranlasste ihn jedoch zur Rückkehr nach Deutschland. Hier nahm er bei einem Ersatzbataillon an dem Feldzuge von 1866 Theil. Im Jahre 1870 trat er abermals in das Heer, um im Deutsch-Französischen Kriege seine Kräfte dem Vaterlande zu widmen. Er übernahm dabei zunächst die Führung einer Kompagnie des Kaiser-Franz-Garde-Grenadier-Regiments, wurde aber bald von dieser Stellung abkommandirt und zwar als Stellvertreter des Eisenbahn-Direktors bei der General-Etappen-Inspektion der I. Armee. Während des Krieges wurde ihm auch das eiserne Kreuz II. Klasse für Tapferkeit vor dem Feinde verliehen.

Vom Jahre 1877 bis zu seinem Tode bekleidete er in der Eisenbahn-Verwaltung das Amt eines Telegraphen-Inspektors.

Schon aus diesen kurzen Angaben über den Lebensgang des Verstorbenen geht hervor, dass derselbe ein Mann von viel umfassender Bildung war. Ganz aussergewöhnlich waren besonders seine Sprachkenntnisse, namentlich in den neueren Sprachen. Freiherr vom Hagen schrieb, redete und beherrschte mithin vollständig zehn Sprachen, in deren Literatur er eine ganz ausserordentliche Belesenheit besass. Die häufig von ihm in Vorträgen wie in der Unterhaltung angeführten Citate aus Schriftstellern der verschiedensten Nationen waren oft geeignet, Erstaunen zu erregen, weil eine so ausgedehnte und genaue Kenntniss der hervorragendsten Geisteserzeugnisse aller europäisch civilisirten Völker, wie er sie darin bewies, zu den grössten Seltenheiten gehört. Unter Anderem hat er auch Theile aus Zumpt's Lateinischer Grammatik (dabei die Genusregeln) in's Portugiesische übersetzt. Ebenso sind von ihm zahlreiche andere Uebersetzungen für den Gebrauch der Deutschen Schulen in Rio Janeiro, für die er überhaupt sehr vielseitig gewirkt hat, angefertigt. Unter seinen schriftstellerischen Arbeiten befindet sich ferner eine in Portugiesischer Sprache verfasste Novelle, worin eine Reise zweier Liebenden in einem Luftballon beschrieben und deren Schicksale in sehr humoristischer Weise erzählt sind.

Das Interesse für die Aëronautik, welches ihn veranlasste, sich bald nach der Begründung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, unmittelbar nachdem die Konstituirung in der Tagespresse erwähnt worden, demselben anzuschliessen, hatte ihn schon vor vielen Jahren zu Studien und Arbeiten angeregt. Bereits im Jahre 1853 hat er über aëronautische Fragen für die Darmstädter „Allgemeine Militär-Zeitung“ geschrieben, 1854 veröffentlichte er in derselben Fachzeitschrift (und zwar in den Nummern 61, 62 und 63) ein „System militärischer Aëronautik“, 1856 erschien von ihm eine Abhandlung über Luftschifffahrt in der „Zeitschrift für Kunst, Wissenschaft und Geschichte des Krieges“.

Leider ist es dem Verfasser dieser Zeilen nicht möglich, eine vollständige Uebersicht über alles dasjenige zu geben, was Freiherr vom Hagen über die Luftschifffahrt geschrieben. Noch in der neuesten Zeit ist er nach dieser Richtung für die Tagespresse und für populäre Zeitschriften der mannigfachsten Art (ausser politischen Blättern: „Gartenlaube“, „Tägliche Rundschau“ u. s. f.) thätig gewesen. Aber wäre dem auch nicht so gewesen, so würde er doch schon allein durch die Arbeiten, welche er für die Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt verfasst hat, den Rang eines der hervorragendsten Schriftsteller auf aëronautischem Gebiete erworben haben. Gerade die zuletzt erwähnten Arbeiten sind für die Luftschifffahrt von unschätzbarem Werthe, sie werden jederzeit das Studium der Sache wesentlich erleichtern, ja sie dürften in mancher Beziehung dazu um so mehr unentbehrlich werden, als manches ältere aëronautische Werk, welches dem Verstorbenen zugänglich gewesen, längst höchst selten geworden und selbst kaum noch in grossen Bibliotheken aufzufinden sein dürfte.

In den letzten Jahren seines Lebens wurde Herr vom Hagen oftmals von einem seit lange bei ihm aufgetretenen und allmählich verschlimmerten Herzleiden gequält. Dadurch wurde häufig seine sonst stets heitere, zur Fröhlichkeit geneigte Stimmung getrübt und auch seine Arbeitskraft beeinträchtigt. Er war überzeugt, dass er diesem Leiden einmal erliegen würde, und wusste sehr wohl, dass nur die äusserste Mässigkeit in Genüssen jeglicher Art, sowie das sorgfältige Vermeiden aller heftigeren Erregungen eine zu befürchtende schlimme Katastrophe verzögern konnte. Aber er klagte selten darüber, nur bisweilen, wenn ihn Schmerzen heimgesucht hatten, äusserte er im vertraulichen Verkehr, dass so ein altes, sich immer wieder fühlbar machendes Uebel doch eine sehr bedauerliche Einwirkung auf das Wesen des Menschen übe, namentlich seine gesammte Lebensanschauung verdüstere.

Sein körperliches Leiden hielt ihn indessen nicht ab, pflichtgetreu sein Staatsamt zu versehen und in seinen Mussestunden die aëronautischen Studien mit grossem Eifer fortzusetzen. Im Deutschen Verein zur Förderung der Luftschifffahrt übernahm er thatsächlich, während er selbst schon als stellvertretender Vorsitzender und als Bibliothekar fungirte, noch einen Theil der Arbeiten anderer Vorstandsmitglieder. So führte er längere Zeit fast aus-

schliesslich die gesammte Korrespondenz des Vereins und als der Verfasser dieses Nachrufes im Mai 1884 wegen Ueberhäufung mit Berufsgeschäften von seiner Stellung als erster Vorsitzender zurücktreten wollte, da bewog er denselben durch einen sehr herzlichen Brief, den Entschluss aufzugeben, indem er hinzufügte: „Ich übernehme jeder Zeit und in allen Beziehungen gern Ihre Vertretung, wenn es Noth ist; aber diese aëronautische Welt allein zu tragen, fühle ich mich nicht Atlas genug." Trotz der grossen Bescheidenheit jedoch, die in den letzten der eben citirten Worte Ausdruck fand, hat er dann den überwiegenden Theil aller zur Führung des Vorsitzes im Vereine erforderlichen Obliegenheiten erfüllt, bis ihn im Frühjahr 1885 das allmählich sich steigernde Leiden immer mehr nöthigte, seine Thätigkeit zu beschränken.

Am 30. November 1885, nachmittags 3 Uhr, entfloh der irdischen Hülle dieses Mannes der sonst so rege Geist. Die letzten Tage seines Lebens waren dem Verstorbenen unter grossen körperlichen Schmerzen verflossen, er verschied in den Armen seines Sohnes, des Lieutenants Freiherrn Hugo vom Hagen. Am 4. Dezember fand unter grosser Betheiligung das Leichenbegängniss statt; die Tagespresse und zwar die Blätter aller politischen Richtungen haben darüber Mittheilungen gebracht.

Und so schläft denn nun der stille, bescheidene, aber rastlos thätige, strebsame Mann in der kühlen Erde. Auf dem Thomas-Kirchhof in der Nähe von Britz bei Berlin ist der Freiherr Friedrich vom Hagen nach einem viel bewegten Leben friedlich gebettet; dort ruht sein vergänglicher Leib, aber was er durch geistige Arbeit geschaffen, ist unvergänglich: seinem Namen gebührt in der Luftschifffahrtskunde für alle Zeiten ein Ehrenplatz!

Dr. Wilhelm Angerstein.

Die Theorie des „Luftsegelns".

Ein Beweis der Möglichkeit des „Luft-Segelschiffes".

Von **Wm. Pattosien.**

Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, der schon in Humboldts Werken Erwähnung gethan wird, dass verschiedene Raubvogelarten, insbesondere die Geier, fähig sind, ohne Flügelschlag sich kreisend in der Luft zu halten und zu erstaunlicher Höhe emporzusteigen. Fast alle Betrachtungen dieses Vorganges stimmen darin überein, dass der Wind das Agens ist, dessen sich die Vögel zum Steigen bedienen, nur in welcher Weise dies geschieht, ist nie klar erkannt worden und doch wäre eine Beantwortung dieser Frage zugleich die Lösung der Luftschifffahrtsfrage. Wir sehen schwere unbeholfene Thiere mit langen, kraftlosen Flügeln, ohne sichtbare Bewegungen zu machen, zu Höhen emporsteigen, wohin die kräftigsten Flieger nicht folgen können; oder wir sehen sie an schönen Tagen bei leichter Brise um einen Kirchthurm kreisend luftsegeln und glauben dabei,

es wäre zum Fliegen eine ungeheure Kraft im leichten Körper erforderlich, welche herzustellen eine Unmöglichkeit ist.

Es soll nun im Nachfolgenden der Beweis geführt werden, dass noch andere Thiere sich des Windes zum Fliegen bedienen, und zwar durch Thatsachen, die jedem Seemanne bekannt sind, ohne dass sie bis jetzt jemand einer entsprechenden Beachtung gewürdigt hätte, die aber nichtsdestoweniger die Kunst des „Luftsegelns“ erklären werden.

Wenn die fliegenden Fische von Raubfischen verfolgt, oder von einem schnellsegelnden Schiffe aufgescheucht werden, so legen sie lange Strecken fliegend zurück, ohne dass sie dabei ihre Flugflossen bewegen. Wer sich der Mühe unterzogen hat, diese Thiere genauer zu beobachten, wird gefunden haben, dass sie nur bei frischer Brise und auch dann nur gegen den Wind fliegen. So sieht man z. B. nur fliegende Fische von der Luvseite eines Schiffes forteilen und nie von der Leeseite mit dem Winde. Ebenso haben wir nur Gelegenheit, sie im Nordost- oder Südost-Passat zu sehen, während sie unter der Linie im Stillegürtel ebenso selten sind, wie stetige Winde, denn nie wird sich ein fliegender Fisch bei glatter See über dem Wasser zeigen.

Der Grund hierfür liegt nahe: der Fisch kann ohne Wind nicht fliegen und nur gegen den Wind steigen. Wir werden sehen, wie er dies vollbringt.

Nachdem er sich schwimmend eine bedeutende Geschwindigkeit verschafft hat, schiesst er aus dem Wasser auf gegen den Wind unter einem Winkel von 20° bis 40° zur Wasserlinie. Dabei hält er seine Flugflossen ausgespannt und steigt, wie ein „Drachen“ vom Winde getragen, in die Höhe. Ist die Anfangskraft durch die Reibung und den Gegendruck des Windes vernichtet, so müsste er nach dem Gesetz der Schwere in's Wasser zurückfallen und zwar würde er dabei vom Winde rückwärts übergeworfen werden. Um dies zu verhüten, verändert er die Lage seiner Flügel, so dass sie vorn abwärts gerichtet werden. Dadurch erhält er wieder eine Vorwärtsbewegung, zwar nicht mehr steigend, sondern vermöge der als Fallschirm wirkenden Flügel auf der Luft abwärts gleitend. Auf diesem Wege dem Wasser sich nähernd, giebt er seinen Flügeln bald wieder die vorige aufwärts gerichtete Stellung und, wie das erste Mal, wird er wieder vom Winde in die Höhe gedrückt. Abgesehen von der Arbeit zum ersten Aufsteigen, braucht der Fisch also weiter keine Anstrengungen zu machen, als seine Flügel zur rechten Zeit zu verstellen, wodurch ein Steigen resp. Fallen, also das Fliegen, bewerkstelligt wird.

Den Theil der Flugbahn von einem Punkt des Aufsteigens zum nächsten wollen wir zu besserem späteren Verständniss, wie die Flugbahn eines Geschosses, in aufsteigenden und absteigenden Ast theilen. Im absteigenden Ast gleitet der Fisch mit wachsender Geschwindigkeit abwärts, um im aufsteigenden, vermöge der Trägheit und vom Winde unterstützt, die verlassene

Höhe wieder zu erreichen. Der aufsteigende Ast muss also stets gegen den Wind liegen.

Dass der fliegende Fisch, ehe er seine Luftreise antreten kann, Fahrt gegen den Wind holen muss, wird auch von den Raubfischen ausgenützt. Der Delphin wird nie eher Jagd auf ihn machen, als bis er windwärts von ihm ist, und ist deshalb oft gezwungen, im grossen Bogen um sein Ziel herum zu schwimmen.

Obgleich der fliegende Fisch oft eine Höhe von 10 bis 15 Metern erreicht, so kann sein Flug doch niemals dem des Vogels gleichkommen, schon weil die Lage seines flachen Hinterkörpers mit Schwanzflosse eine senkrechte ist. Dennoch lehrt er uns das Abc der Luftschifffahrt. — —

Aehnlich, wie sich die fliegenden Fische den Wind zum Fliegen zu Nutze machen, jedoch in viel vollkommener Weise, thun dies die kreisenden Raubvögel, Störche, Möven u. a., vor allen Dingen jedoch die Sturmvögel und von diesen als bester „Segler“ der Albatros.

In der Naturgeschichte wird der Albatros als ein mit reissender Schnelligkeit, grosser Ausdauer und kaum bemerkbarem Flügelschlag fliegender Vogel beschrieben und wenn ich hier die Behauptung aufstelle, dass derselbe überhaupt nicht, wörtlich genommen, „fliegen“ kann, sondern nur mit Hülfe des Windes die Luft „durchsegelt“, so mag dies wohl bei Manchem ein ungläubiges Kopfschütteln hervorrufen; aber Thatsachen beweisen.

In Cassels „Book of Birds“ wird erwähnt, dass der Albatros nie fortfliegt, wenn man sich seinem Neste nähert, oder ihn sonstwie am Lande überrascht, ohne dass diese doch gewiss auffallende Eigenthümlichkeit dort weiter besprochen wird. Darauf hin habe ich nun öfters einen Albatros auf das Hinterdeck des Schiffes gesetzt und versucht, ihn durch Schläge zum Fortfliegen zu bewegen. Dann habe ich ihn stundenlang allein sitzen lassen, aber er hat niemals seine Flügel auch nur auszustrecken versucht. Die kleine Kaptaube probirte doch wenigstens, indem sie mit ausgestreckten Flügeln Laufschritt machte, in die Höhe zu kommen, was ihr indessen nie gelang. Beide waren nicht fähig, eine 1 Meter hohe Riegelung zu überfliegen, und wie manches fette Huhn war schon desselbigen Wegs gegangen auf Nimmerwiedersehen. Selbst vom freien Deck des Ruderhauses suchten beide fortzukommen, indem sie sich vom Rande desselben über Bord fallen liessen, um so mit absteigendem Ast die Flugbahn zu beginnen. Aber nie hat eines der Thiere jemals einen Flügelschlag ausgeführt, oder eine Bewegung gemacht, die als solcher anzusehen wäre. Bedenkt man nun noch, dass sie stets das ganze Wasser übersehen konnten und dass Schaaren Sturmvögel oft in unmittelbarer Nähe an ihnen vorbeischossen, so darf man doch wohl als sicher annehmen, dass hier das Können fehlte. Nachdem ich dann dem Vogel ein rothes Band um den Hals gebunden hatte, warf ich ihn über Bord und sofort umkreiste er wieder das Schiff.

Die ohnehin kaum bemerkbaren Flügelbewegungen des Sturmvogels

sind kein Flügelschlag, sondern nur ein Verstellen der Flügel, vergleichbar dem Verstellen der Segel eines kreuzenden Schiffes.

Bekanntlich lebt der Albatros nur in der südlichen kalten Zone, wo Windstillen selten und dann auch nur von kurzer Dauer sind. Stets müssen sich die Sturmvögel dabei auf das Wasser niederlassen, bis sie von einer meist schnell wieder aufspringenden Brise erlöst werden. Sie sitzen dann in grossen Schaaren bei einander, ohne dass sie sich dem Schiffe schwimmend nähern, da sie sich ihrer Hülflosigkeit wohl bewusst sind. Sturmvögel werden nur von dem mit kleinen Segeln bei schwerem Wetter beiliegenden Schiff, nie während einer Windstille gefangen. (Kann man wohl einen „Flieger“ mit der Angel fangen?)

Das erste Aufsteigen des Albatros ist ähnlich dem des fliegenden Fisches. Schwimmt er mit voller Kraft gegen den Wind an und breitet plötzlich seine Flügel aus, so wird er einige Fuss in die Höhe gehoben. Dann gleitet er abwärts. Dem Wasser nahe genug, hilft er mit den Füssen nach und kommt so bald in Zug. Auf dieselbe Weise steigt die Möve auf, während der Storch im Laufschritt gegen den Wind anstürmt. Bei stürmischem Wetter gleiten die Sturmvögel von dem Kopf einer hohen See in das Thal vor derselben hinab und beginnen so mit absteigendem Ast.

Alle Vögel, welche nicht fähig sind, sich mittels „Flügelkraft“ zu heben, sondern den Wind als „hebende Kraft“ benutzen, sind Segler; ob sie dabei mit Flügelschlägen nachhelfen, wie einige Mövenarten, Störche etc. oder rein segeln, wie die Sturmvögel, ist gleichgültig.

Warum bleibt wohl der Storch bei windstillen Tagen auf dem Dache und lässt seine Jungen hungern oder kommt den ganzen Tag nicht zurück? Weil sein bischen Flügelkraft nicht ausreicht, ihn zum fernen Froschteich resp. zurück zu tragen. Wenn der Storch mit dem Schnabel klappert, dann giebt's bald Regen, sagen die Bauern. Wir lächeln mitleidig über diese Bauernregel und doch trifft sie fast immer zu. Der im Sommer vorherrschende trockene Ostwind springt selten nach Westen um, ohne dass vorher eine Windstille eintritt. Dann klappert der Storch mit dem Schnabel, vielleicht (?) nicht aus dem Grunde, weil er weiss, dass es bald Regen giebt, sondern weil er Langeweile hat.

Sehen wir nun, wie ein „Luftsegeln“ möglich ist.

Dass ein Vogel, wenn er mit ausgebreiteten Flügeln ohne Flügelschlag auf der Luft abwärts gleitet, wieder im Bogen aufwärts schiesst, wenn er seine Flügel darnach stellt, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Diese Wirkung muss nach den Gesetzen des Pendels eintreten. Wir können uns immerhin die Pendelschnur durch die Flügel, mit denen der Vogel auf der Luft hängt, ersetzt denken. Bei einer dergestalt vom Punkte aus fortgesetzten Flugbahn wird, abgesehen von dem durch die Reibung verursachten Höhenverlust, immer der nächst zu erreichende höchste Punkt um soviel tiefer liegen, wie der Vogel in der gleichen Zeit sinken wird, d. h. er wird

in einer abwärtsführenden Wellenlinie einen Punkt erreicht haben, während er bei blos senkrechtem Fall bis zu einem Punkte gefallen wäre, der um den durch Reibung verursachten Höhenverlust höher als der wirklich erreichte Punkt liegen wird. In „einer“ Bahn oder schrägen Linie abwärtsgleitend würde er, allerdings bedeutend schneller, bis zu einem wesentlich tieferen Punkte gesunken sein. Je weniger Höhenverlust also ein Vogel erleidet, um soviel weniger Kraft wird zum „Fliegen“, um soviel leichterer Wind zum „Segeln“ ausreichen.

Das Fliegen (nicht Segeln) ist daher weiter nichts, als ein fortwährendes kurzes Abwärtsgleiten, wobei der Flügel sich hebt, und ein Abwärtsdrücken desselben, wodurch der Körper wieder gehoben wird. —

Um den jedesmaligen Höhenverlust durch die Hülfe des Windes wieder ausgleichen zu können, muss der Segler auch jedesmal verschiedene Wendungen auszuführen im Stande sein.

Um näher auf den Gegenstand einzugehen, denken wir uns, eines der projektirten Ballonluftschiffe und ein Segler steuerten gleichzeitig in genügender Höhe, Ostkurs mit 40 Knoten Fahrt, gegen einen 20 Knoten starken Ostwind. Beide werden nur 20 Knoten über dem Boden zurücklegen, jedoch aus verschiedenen Gründen. Jenes wird, weil es ebenso leicht ist, wie die Luft, um die Kraft der vollen Windstärke aufgehalten. Dieser jedoch ist bedeutend schwerer, als die von ihm verdrängte Luft, und wird daher unmerklich versetzt. Während aber die Flügel bei stiller Luft, durch Druck auf die untere Luftschicht, demselben die vorerwähnte Fahrt geben, entweicht die sich fortbewegende Luft diesem Drucke, wodurch die Fahrt um 20 Knoten verringert wird.

Fährt z. B. ein Dampfer mit 4 Knoten Fahrt gegen 2 Knoten Strom, so wird er nur 2 Knoten über dem Grunde machen. Dem ist das Ballonluftschiff zu vergleichen. Würde aber der Dampfer in ruhigem Wasser fahren und der Strom nur die Radschaufeln fassen können, so würde er ebenfalls nur 2 Knoten Fahrt machen (vorausgesetzt die Umdrehungen blieben dieselben), weil das Wasser dem Druck der Schaufeln um 2 Knoten entweicht. Dem ist der Segler vergleichbar.

Beim aufsteigenden Ast fährt nun der Segler mit 20 Knoten gegen 20 Knoten Wind, durcheilt also nur mit 40 Knoten Fahrt die Luft und es leuchtet ein, dass er um soviel Höhe verliert, wie in stiller Luft.

Fahren Beide mit dem Winde nach Osten, so werden Beide 60 Knoten gutmachen, weil die eben erklärten Ursachen im entgegengesetzten Sinne wirken. Der Segler fährt nun zwar mit dieser Fahrt zum aufsteigenden Ast, hat aber dafür in einer, 20 Knoten desselben Weges entweichenden Luftmasse zu steigen und wird daher denselben Höhenverlust erleiden.

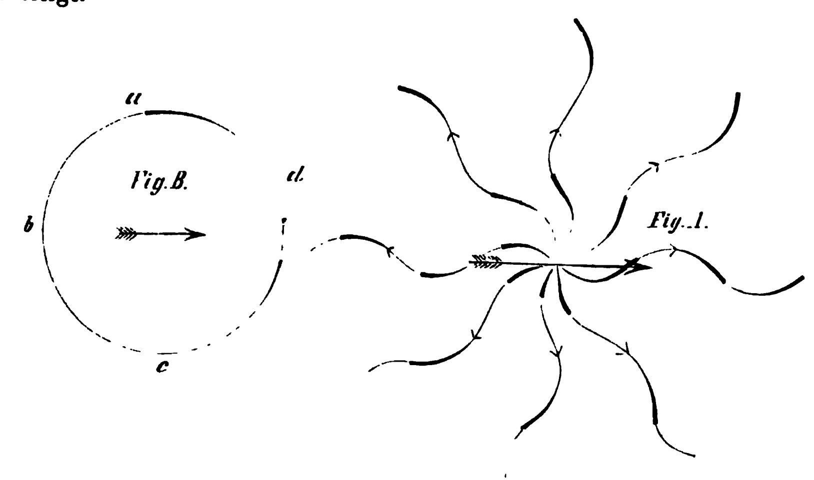
Bewegen sich Beide nach Norden oder Süden, so tritt etwas Anderes ein. Beide werden dann zwar mit gleicher Fahrt dorthin kommen, während aber das Ballonluftschiff sich mit dem Winde nach Westen bewegt, wird der

Segler nur wenig abgetrieben und zwar wird diese Abtrift um so geringer sein, je weniger Fläche er dem Winde bietet. Wir wollen 2 Knoten als richtig annehmen. In gerader Richtung hat derselbe auch jetzt noch keinen Nutzen vom Winde, obgleich er dem Ballonschiff gegenüber schon bedeutend im Vortheil ist. Biegt er jedoch beim aufsteigenden Ast nach Osten gegen den Wind ab, so wird er, da er mit 2 Knoten Fahrt abtreibt und wir diese vom Winde abrechnen müssen, mit 40 Knoten Fahrt gegen 18 Knoten Wind steigen und er kann so viel von diesem Kraftüberschuss, wie die Umstände bedingen, zum Höhe-Gutmachen verwenden.

Auf dieser Schwenkung beruht die ganze Kunst des „Luftsegelns“; richtet der Vogel seine Flugbahn so ein, dass der absteigende Ast unter einem Winkel zur Windrichtung, der aufsteigende Ast gegen den Wind liegt, so wird dieser, als hebende Kraft wirkend (nur hebend soll und darf der Wind wirken), das Fliegen ermöglichen.

Es kommt also beim Luftsegeln nur darauf an, im aufsteigenden Ast mehr Druck unter die Flügel zu bekommen, als durch die eigene Geschwindigkeit zu erreichen ist. Beim Segeln mit dem Winde oder auf einem Kurse grösser als 90° zur Windrichtung hat der Segler eine bedingte grössere Geschwindigkeit, er wird deshalb seitwärts gegen die für ihn stillstehende oder sich um die Abtrift fortbewegende Luft steigen und die vorige Wirkung erfahren.

Jede Flugbahn liegt in der Ebene eines in der Kursrichtung gedachten Cylinders. Hat derselbe eine horizontale Lage, so ist diese Schrauben-Fluglinie, wie wir sie nennen können, äusserst steil. Denken wir uns denselben allmählich aufgerichtet, so wird sie immer flacher, der gutgemachte Höhenunterschied immer grösser und die gutgemachte Distanz immer kleiner werden, bis bei senkrechter Stellung des Cylinders der Distanzunterschied = 0 ist und der Segler nur Höhe gut macht, also senkrecht in flacher Schraubenlinie steigt.



Umstehende Figur A veranschaulicht die verschiedenen Kurse, jede stärker gezeichnete Linie ist aufsteigender Ast.

Figur B zeigt uns das Segeln im Kreise zum Zweck des Steigens ohne Weg zurückzulegen, wie es von den kreisenden Raubvögeln angewendet wird. Der Vogel gleitet im absteigenden Ast von *a* bis *d*, richtet sich dann aufwärts und durchsteigt die Strecke *da*, um dann, wieder abwärts gleitend, Fahrt zu neuem Steigen zu holen. Nachdem der Vogel theils mit dem Winde bis *c* gelangt ist, wäre hier schon ein Steigen bei seitlichem Winde möglich, wie es ja auch bei horizontaler Kursrichtung ausgenutzt wird. Es wird aber dadurch ein stärkeres Steigen gegen den Wind von *d* bis *a* verhindert, weshalb nur ein einmaliges Steigen beim Kreisen möglich ist.

Die Verschiedenheit der Bewegungen des rein segelnden Fluges der Sturmvögel und Möven und der des „wörtlichen“ Fliegens ist auffallend und wird jenes bei der Küstenbevölkerung nicht „Fliegen“, sondern „Schären“ genannt. Der Albatros „fliegt“ nicht, er „schärt“, erklärte mir als Knabe ein alter Seemann, wenn er mir vom Kap Horn erzählte, und frug ich ihn, was „Schären“ sei, dann wusste er es selber nicht. Er hatte nur das „Wort“ dafür. — Wo die Begriffe fehlen, da stellt ein „Wort“ zur rechten Zeit sich ein. — —

Es wird nöthig sein, hier etwas näher auf die Versetzung des Seglers bei seitlichem Winde, der Abtrift, einzugehen, da ja überhaupt nur ein Luftsegeln möglich ist, wenn dieselbe nur einen bestimmten Bruchtheil des Windes ausmacht. Zugleich werden wir sehen, wovon dieselbe abhängig ist.

Ein fallender Körper strebt in gerader Linie dem Erdmittelpunkte zu und auf den Punkt, wo diese Linie die Erdoberfläche schneidet, wird er herabfallen. Er wird diese ihm angewiesene Linie deshalb auch gegen eine Luftströmung zu behaupten suchen, d. h. er wird der letzteren einen Widerstand entgegensetzen, der abhängig ist von der Schwere.

Ein Vogel in der Luft ist, wenn er seine Flügel nicht bewegt, nun nichts Anderes, als ein fallender Körper. Er ist ein leichter, langsam sinkender Körper, wenn er horizontal schwebt, ein schwerer, schnell fallender Körper, wenn er kopfabwärts herabschiesst. In diesem Falle ist er leicht gegenüber der seitlichen Luftströmung, schwer gegenüber der Luftströmung nach oben, die er durch sein Fallen erzeugt. In jenem Falle ist er dieser gegenüber leicht und jener gegenüber schwer.

Es kommt also bei einem die Luft durcheilenden Körper nicht darauf an, wie schwer er ist, sondern wie gross der Luftwiderstand im Verhältniss zur Schwere ist, und es liegt auf der Hand, dass es völlig gleichgültig ist, ob der Körper die Bewegung hat und die Luft ist in Ruhe, oder diese hat die Bewegung und jener ist in Ruhe.

Denken wir uns deshalb, ein nach allen Seiten dieselbe Gestalt zeigender Körper befinde sich ausserhalb der Luftschicht der Erde und diese nach demselben hin in Bewegung mit der „Geschwindigkeit eines fallenden Körpers

im luftleeren Raum" (α). Zugleich soll die Luft eine eigene seitliche Bewegung (α^1) haben. Sobald der Körper von der anstürmenden Luft erreicht wird, wird er mit fortgenommen und zwar um soviel, wie die „Geschwindigkeit eines fallenden Körpers im luftleeren Raum" (α) grösser ist, als die Fallgeschwindigkeit der Scheibe in der Luft (β). Dies ist die Schwere, der Widerstand gegen die andrängende Luft.

Die seitliche Luftströmung wird ebenfalls eine seitliche Versetzung des Körpers (u) hervorrufen, welche sich zu der Versetzung nach oben ($\alpha - \beta$) verhalten wird, wie die Luftströmungen zu einander, d. i. $u : \alpha - \beta = \alpha^1 : \alpha$
oder auch $u : \alpha^1 = \alpha - \beta : \alpha$.

In Worten ausgedrückt: Die Geschwindigkeit (u), mit der ein fallender Körper, der nach allen Seiten dieselbe Gestalt zeigt, von einer Luftströmung versetzt wird, verhält sich zur Geschwindigkeit (α^1) derselben, wie der Unterschied ($\alpha - \beta$) der Fallgeschwindigkeit eines Körpers in der Luft (β) und der Geschwindigkeit eines fallenden Körpers im luftleeren Raum (α) zur letzteren. —

Hat nun der Körper eine nicht nach allen Seiten gleiche Gestalt, und ist die der seitlichen Luftströmung (α^1) gegenüberstehende Fläche (q^1) grösser oder kleiner, als die untere (q), so wird auch die Versetzung dementsprechend grösser oder kleiner sein. Und ist die Versetzung des nach allen Seiten gleichen Körpers $u = \frac{\alpha^1 . \alpha - \beta}{\alpha}$, so ist die Versetzung eines nicht nach allen Seiten gleichen Körpers $u^1 = \frac{\alpha^1 . \alpha - \beta}{\alpha} . \frac{q^1}{q}$.

Das heisst: um die Versetzung eines Körpers, der nicht nach allen Seiten dieselbe Gestalt zeigt (u^1), zu erhalten, haben wir den Quadratinhalt der dem Winde zugekehrten Seite als Zähler und den Quadratinhalt der unteren Seite als Nenner eines Bruches zu betrachten, mit dem wir die gefundene „Versetzung des nach allen Seiten gleichen Körpers" multiplizieren müssen. —

Je langsamer nun ein Körper fällt, desto mehr wird $\alpha - \beta = \alpha$ und folglich die Versetzung (u) gleich der vollen Windstärke werden. Bei dem fast unmerklichen Sinken eines mit ausgestreckten Flügeln schwebenden Seglers können wir diese gleich als erhaltene Versetzung annehmen, und daher mit dem Flächenbruch $\frac{q^1}{q}$ multiplizieren.

Setzen wir $\frac{q^1}{q}$ bei dem Segler gleich $1/_{20}$, so ist die Abtrift desselben bei einem 100-Knoten-Sturm = 5 Knoten, bei einer 10-Knoten-Brise = 0,5 Koten, also gering genug zum „Luftsegeln".

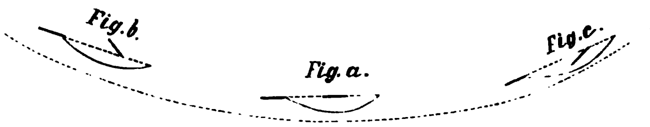
Vergleichen wir nun Segler und Flieger in Bezug auf Grösse und Gestalt der Flügel, so finden wir:

Die Flügel des Seglers sind lang und schmal, behalten aber ihre volle

Flügelbreite bis fast zur Spitze hinaus bei, ferner sind sie schwach und biegsam. Der Flieger hat kurze, starke Flügel, dieselben sind breit am Körper und laufen sofort spitz zu. (Segelflügel resp. Flugflügel.) Das gesammte Segelareal der Flieger resp. Segler zeigt ein sehr verschiedenes Bild.

Der Segler muss lange Flügel haben, um bei den ewigen Kreisbewegungen sein Gleichgewicht zu halten; sie sind für ihn, was die Balancirstange für den Seiltänzer ist. Ein Flieger würde bei einem Versuch zu kreisen vom Winde seitwärts übergeworfen oder doch so auf die Seite gelegt werden, dass der Flächenbruch gleich $^1/_1$, also die Abtrift gleich der Windstärke sein würde. Die Flügel müssen über das Gelenk hinaus noch eine bestimmte Breite haben, weil sonst der Luftdruck gegen dieselben den Druck von unten, der die Flügel in Spannung hält, überwiegen und sie in Folge dessen beim absteigenden Ast einknicken würden, was bei den Fliegern thatsächlich der Fall ist. Wir sehen bei den Letzteren die Flügel während der passiven Flugtouren nach hinten einbiegen und beim Abwärtsschlagen derselben wieder voranseilen, was zu der irrigen Ansicht verleitet hat, dass die Vögel ihre Flügel im Kreise bewegen. Das Einknicken nimmt ab mit der Zunahme der Segelfähigkeit, bis es bei den reinen Seglern ganz verschwindet. — Die unwillkürlichen und das Fliegen hemmenden Bewegungen der Flügel haben mit Erfolg verhindert, dass die so einfachen hebenden Flügelschläge verstanden wurden. Wie dieselben aber am besten nachzuahmen sind, darüber zerbrechen sich noch heute Erfinder sogenannter „Flugmaschinen“ den Kopf. — —

Der Schwanz des reinen Seglers ist klein, er verhütet ein Ueberschlagen des Körpers nach vorn oder hinten und wirkt indirekt beim Steigen resp. Abwärtsgleiten.



Bilden Schwanz und Flügel in der Verlängerung eine gerade Linie (Fig. a), so behält der Kurs die gerade Richtung bei. In einem nach oben offenen Winkel zu einander stehend, wird der Segler fallen (Fig. b), im entgegengesetzten Falle wird er steigen (Fig. c).

Die Art des seitlichen Steuerns ist bei den verschiedenen Seglern verschieden. Die Sturmvögel arbeiten nur mit den äussersten Flügelspitzen. Bei gradem Flug stehen beide in Linie mit der augenblicklichen Kursrichtung. Stehen beide senkrecht zu dieser, so wird die Fahrt gleichmässig gehemmt. Bei ungleicher Stellung wirkt der Luftwiderstand drehend auf den Vogel. —

Die Fluggeschwindigkeit der Vögel wächst mit der Segelfähigkeit. Der edelste Flieger bleibt weit hinter den segelnden Möven oder gar Sturmvögeln zurück. Nur wer gesehen hat, wie ein Albatros bei schwerem Wetter das Schiff umkreist, bald langsam majestätisch segelnd, bald wie ein Komet

vor dem Sturm daherfliegend, nur der wird verstehen, was ein Segler an Geschwindigkeit leisten kann. Wir sollten deshalb, wenn wir die Vögel in Bezug auf Schnelligkeit, Gewandtheit und Ausdauer im Fluge vergleichen, wohl bedenken, ob wir es mit Seglern oder Fliegern zu thun haben.

Gewandtheit im Fluge ist nur eine Eigenschaft des edlen Fliegers und weil sich der schnellere Segler in bestimmten Bahnen bewegen muss, wird es jenem oft leicht, ihn abzufangen. Alle guten Segler unter den Raubvögeln sind deshalb Aasfresser, weil sie keine lebendigen Thiere fangen können. In demselben Verhältniss stehen die Möven und Sturmvögel zu den „Fischern“ unter den Seevögeln, sie stossen nie auf einen Fisch herab und fressen nur, was ruhig auf dem Wasser treibt. Ausdauer ist bei dem Flieger gleichbedeutend mit Kraft. Der Albatros kennt keine Kraft und deshalb keine Erschöpfung; er ist ein Stück Natur und ruht nur, wenn diese ruht. In dem Albatros hat uns die Natur das lebendige Modell eines „Luft-Segelschiffes“ gegeben und durch sein Fliegen lehrt dieser uns die Handhabung desselben! — — —

Auf der Grundlage der hier erörterten Theorien habe ich nun ein

Luft-Segelschiff

konstruirt. Dasselbe besteht aus: Dem Rumpf, den Flügelbäumen mit Raaen und Segeln, dem Schwanzbaum mit Raa und Segel, dem Stammstock, den Haltetauen und Brassen und der Ankervorrichtung.

Der Rumpf ist aus leichtem wasserdichten Material, etwa Bambus- oder Rohrgeflecht mit wasserdichtem Ueberzug, hergestellt und hat die Gestalt eines Vogelkörpers. Die grösste Breite und Tiefe befindet sich auf ein Drittel der ganzen Länge von der Spitze entfernt; hier sind die Flügelbäume angebracht, sowie eine durch die Mitte des Körpers von unten nach oben gehende wasserdichte Röhre, in welcher sich der Stammstock bewegt. Dicht hinter derselben befindet sich ein hängemattartiger Sitz für den Schiffer in solcher Höhe, dass der Schiffer freie Uebersicht aus der über ihm befindlichen Oeffnung hat, durch welche er einsteigt.

Die Flügelbäume sind aus leichtem starken Material (Bambus) gefertigt und durch Haltetaue mit dem Rumpf verbunden. An denselben sind die Raaen mit den Segeln befestigt und zwar in solcher Weise, wie die chinesischen Segel auf kleinen Segelböten angebracht werden. Es sind deshalb nur Brassen an den hinteren Raaenenden nöthig.

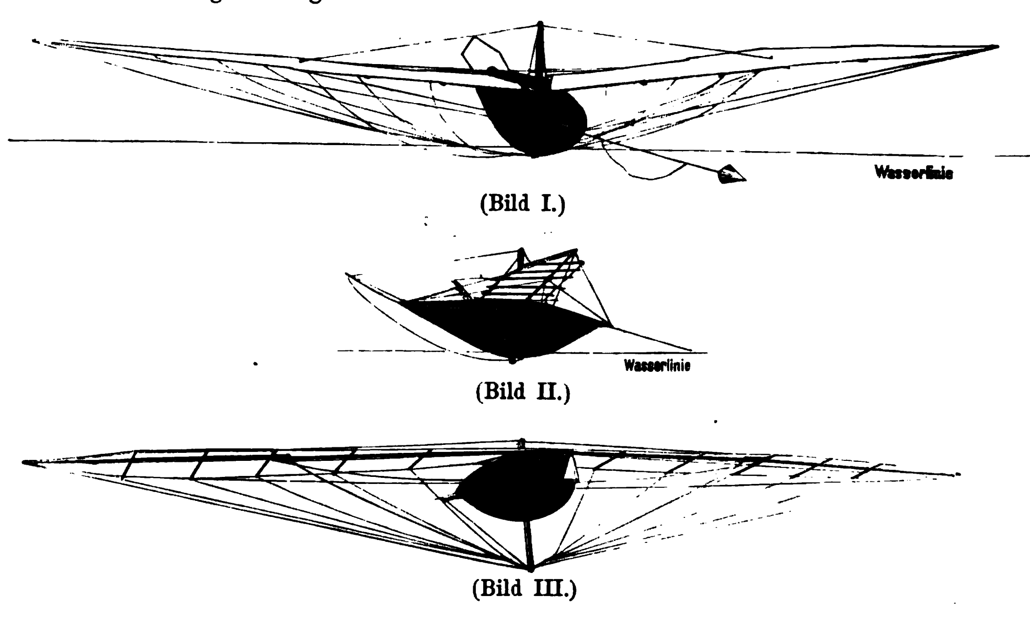
Das Schwanzsegel ist nicht verstellbar, sonst in gleicher Weise wie die Flügelsegel angebracht.

Der Stammstock steht mit den Flügeln und Schwanz durch die Haltetaue in Verbindung. Ein Flaschenzug geht von der oberen Spitze zum Rumpf. Hiermit bewegt der Schiffer die Flügel und Schwanzsegel auf und nieder.

Die Brassen laufen von den Raaenenden durch Blöcke am unteren Ende des Stammstockes an demselben hinauf, wo sie vom Schiffer bedient werden.

Die Ankervorrichtung, der „Wasseranker“, ist ein spitzer Sack aus Segeltuch, an der Oeffnung desselben ist das Ankertau, an der Spitze die Ankerleine befestigt. Diese laufen wiederum durch Löcher an der Spitze des Rumpfes und sind in der Nähe des Schiffers befestigt.

Das Ganze ist eine getreue Nachbildung des Albatros und so eingerichtet, dass sämmtliche Bewegungen, die der segelnde Vogel macht, vom Schiffer mit den Flügeln ausgeführt werden können.



(Bild I.)

(Bild II.)

(Bild III.)

Bild I und II stellen das Schiff auf dem Wasser ruhend dar. Der Stammstock, durch ein Schlossholz am Niedersinken verhindert, hält mittels der Haltetaue Flügel und Schwanz frei vom Wasser. Die Brassen liegen los, so dass die Segel keinen Wind fangen. Der ausgeworfene Ankersack hält das Schiff gegen den Wind und verhindert das Forttreiben.

Jetzt zieht der Schiffer die Brassen an, entfernt das Schlossholz und holt vermittels des Flaschenzuges den Stammstock nach unten, so dass die untereren Haltetaue straff werden, und ist dann genügend Wind da, so steigt das Schiff wie ein „Riesendrachen“ in die Höhe. Sobald jetzt das Ankertau loskommt und die Ankerleine angezogen wird, ist das Schiff frei in der Luft und der Schiffer hat es zu lenken. (Bild III.)

Im Zenith der Flugbahn ohne Fahrt hat es mit absteigendem Ast zu beginnen. Der Schiffer fiert deshalb die Brassen auf und schiesst gegen den Wind abwärts. Da aber der Höhenverlust nur wieder gut gemacht werden kann, wenn mit halbem Winde Fahrt geholt ist, so ändert er in dem Sinne seinen Kurs. In der Nähe des Wassers wird er wieder gegen den Wind halten, dann beide Brassen anziehen zum aufsteigenden Ast und wird genügend Höhe erhalten, um seinen Kurs verfolgen oder kreisend emporsteigen

zu können. Bei zu flauer Brise muss das Ankertau auf einem gegen den Wind anfahrendnn Dampfer befestigt werden, um dem Schiffe so das erste Aufsteigen zu erleichtern. Es ist dies in anderer Form das Laufen des Storches, wenn er von einer tiefen Wiese aufsteigt, das Schwimmen des fliegenden Fisches und Albatros u. s. w. Ebenso könnte das „Luft-Segelschiff“ von einem hohen Gerüst, Thurm u. s. w. gleich mit absteigendem Ast beginnen. Wird es von einer Windstille betroffen, so kann der Schiffer es sowohl auf das Land wie auf das Wasser niederlassen.

Ein Aufsteigen vom Wasser aus und ein Uebungssegeln über dem Wasser wird jedoch vorläufig vorzuziehen sein, weil hier stets eine mehr gleichmässige und stärkere Brise weht, als auf dem Lande, und wird die Gefahr des Halsbrechens auch auf dem Wasser bedeutend verringert. Denn weil das Luftsegeln nur durch grosse Geschwindigkeit ermöglicht wird, ist es für den Anfänger mit bedeutender persönlicher Gefahr verbunden, obgleich es wohl später kein sichereres Verkehrsmittel geben wird. Es liegt ausser dem Bereich der Möglichkeit, auch nur annähernd die etwaige Fahrgeschwindigkeit des Luft-Segelschiffes anzugeben; dass dieselbe aber nicht hinter der der segelnden Vögel zurückbleiben wird, darf man wohl als sicher annehmen.

Die Grösse des gesammten Segelareals wird bedingt durch das Gewicht des Körpers und ist das Verhältniss des Gewichtes zur Flügefläche bei den verschiedenen Fliegern schon oft auf 0,01 berechnet worden. Wenn aber ein 10 bis 12pfündiger Albatros mit 6 bis 7 □ Fuss Flügelfläche auf dem Schiffe über ein Pfund Fische aufspeist und ein anderer ebensoviel Fleisch frisst, ohne dass dies einen Einfluss auf das Fliegen hat, so dürfte es bei einem Luft-Segelschiff von einigen tausend □ Fuss Segelfläche auf 10 Pfund mehr oder weniger, bei einem Segler von 50,000 □ Fuss Fläche auf einige hundert Pfund nicht ankommen. Das Gewicht eines Luft-Segelschiffes mit Segel für eine Person stellt sich auf 40 bis 50 kg. — —

Die Möglichkeit des Luft-Segelschiffes als bewiesen vorausgesetzt, wollen wir schliesslich den etwaigen Werth desselben für die Menschheit etwas näher in's Auge fassen, und es zu diesem Zweck mit unseren modernen Verkehrsmitteln, sowie mit dem projektirten Ballonluftschiffe vergleichen.

Wir haben die Fahrgeschwindigkeit desselben gleich der des Albatros gesetzt und wenn wir diese mit 100 Knoten angeben, so haben wir sie unbedingt zu niedrig geschätzt. Es würde dann immerhin in 30 bis 40 Stunden nach New-York fliegen von Bremen aus, während der schnellste Lloyddampfer in der Zeit nur Southampton erreichen kann. Gewiss ein höchst bemerkenswerther Unterschied.

Nun kann der Segler freilich nur fliegen, wenn er Wind hat. Aber wann haben wir keinen Wind? Das Leben von fast sämmtlichen segelnden Vögeln und deren Jungen hängt vom Winde ab, und doch ist wohl noch nie einer derselben verhungert. Nicht direkt durch „Windstillen“ werden Segelschiffe aufgehalten, sondern durch „leichte“ oder „Gegenwinde“. Da

aber der Wind nur hebende, nicht treibende Kraft für den Luftsegler ist, so kann er auch nur durch gänzliche Windstillen und durch nichts Anderes aufgehalten werden. Und haben denn unsere Schnellzüge und Schnelldampfer nicht auch manchen Aufenthalt zu erleiden durch Umstände, als da sind Schneestürme und Nebel, zu hohes Wasser und zu niedriges Wasser, Eisberge u. s. w. Wir brauchen dem Luft-Segelschiff weder Brücken, noch Tunnels noch Schienenwege zu bauen, es wird weder durch Wasser, noch durch Land am Fortfahren verhindert, es braucht weder auf Anschluss, noch auf Hafenzeit zu warten, hat weder Bahnhof, noch schützende Hafenbauten nöthig und kann sich auf irgend einen Flecken unserer Erde vom Nord- bis zum Südpol niederlassen.

Alle diese Vortheile erhofft man zwar auch von dem sogenannten lenkbaren Luftschiff (als ob ein unlenkbares Fahrzeug überhaupt den Namen „Schiff" führen dürfte), auch die vorbenannte Fahrgeschwindigkeit. Aber diese erhofft man vergebens! Die Gesetze des Fluges sind die Gesetze des Pendels, weiter nichts! Ebenso gut könnte man von einer Fischblase Pendelwirkung erwarten. Das zukünftige „Luft-Dampfschiff" wird daher ein Fahrzeug sein, welches sich von dem „Luft-Segelschiff" nur dadurch unterscheidet, dass bei demselben nicht der Wind, sondern der Dampf die hebende Kraft ist.

Es hat gegen den Segler aber nur den Vortheil, dass es auch bei Windstille fliegen kann, während schon bei der leichtesten Brise der Segler alles überhaupt von der Luftschifffahrt zu erhoffende in sich vereinigt. Dafür muss es aber auch mit einer schweren Maschine, sowie mit dem Material zum Speisen und der Mannschaft zum Bedienen derselben versehen sein, welches zusammen ein bedeutendes Gewicht ausmacht. Dass wir aber ein Luftschiff 350 Tage im Jahre mit solchem „nöthigen Uebel" herumschleppen lassen, damit es die übrigen windstillen 15 Tage auch noch fliegen kann, ist wohl nicht denkbar. Kommt nun noch der Umstand hinzu, dass in einer Entfernung von einigen hundert Metern von der Erde überhaupt keine Windstille eintritt, so schrumpft der Vortheil des Luftdampfers gegen den Segler zu Nichts zusammen. Es ist daher ein „Luft-Dampfschiff" nicht unmöglich, sondern unnöthig. Wenn unsere Segelschiffe bei der leichtesten Brise, mit stets gleicher Geschwindigkeit in jeder Richtung, ebenso schnell oder noch schneller wie ein Dampfer fahren könnten, also in demselben Verhältniss zu diesem ständen, wie der „segelnde Vogel" zum „Flieger", würden wir dann wohl andere Dampfschiffe nöthig haben, als Flussdampfer und Schlepper?

Wir brauchen keine Maschinenkraft, um die Luft zu durchschiffen. Der leise Abendwind wie der heulende Sturm mahnen uns, wie viel ungeheure Kraft wir jeden Tag unbenutzt vorüberstreichen lassen. Wie dieselbe zum Fliegen zu verwerthen ist, lehren uns die fliegenden Fische, die segelnden Vögel und Fledermäuse und

„Was die Natur gebaut, bauet der Mensch wählend ihr nach."

— — — —

Einiges über die ersten Berliner Luftschifffahrts-Versuche.

(Schluss.)

Sehr zu bedauern blieb es, dass — wohl in Folge des verunglückten Bourguet'schen Versuches und weil kurz vorher ein Leinweber Deis eine Luftfahrt angekündigt hatte, die nicht zu Stande kam, — die Berliner dem Unternehmen nur geringe Beachtung geschenkt hatten. Professor Jungius war daher, trotzdem der König allergnädigst 500 Thaler zu den Kosten beisteuerte, nicht auf seine Auslagen gekommen. Zur Deckung des Ausfalles wurde deshalb von seinen Kollegen und Freunden eine Sammlung veranstaltet. Nachdem die Luftpartie so gut gelungen, liessen es übrigens die Berliner an Aufmerksamkeit gegen den Aëronauten nicht fehlen. Unter anderem sendete ihm ein wackerer Weinhändler sofort ein Paar Körbe mit Rebensaft verschiedener feiner Sorten zur Bekämpfung des gewaltigen Durstes und bat um Kundschaft, wenn die eine oder andere Probe behagen sollte.

Bereits im nächsten Jahre (1806) ging Professor Jungius, der inzwischen Mitglied der „Berlinischen naturforschenden Gesellschaft" geworden war, daran, mit seinem Luftschiffe, aber in besserer Ausrüstung als zuvor, eine neue Fahrt zu unternehmen.

Das Aufsteigen fand am 19. Mai wiederum im Garten der Thierarzneischule statt, diesesmal unter lebhafter Betheiligung des Publikums. Auch der König Friedrich Wilhelm III., die Königin Luise sowie sämmtliche Prinzen und Prinzessinnen des Königl. Hauses befanden sich unter den Zuschauern. Das Wetter, früh morgens noch trübe und regnerisch, heiterte sich gegen Mittag etwas auf. Als gegen 1 Uhr Nachmittags der kleine Probirballon abgelassen wurde, wehte kräftiger Nordostwind. Um $^3/_4$ 2 Uhr stieg Jungius selbst auf mit seinem grossen Ballon, der über 800 Pfund Belastung zu tragen vermochte und zur Füllung an 3000 Pfund Schwefelsäure erfordert hatte. Diesesmal begleitete den Professor einer seiner Schüler, der 15jährige Sohn des Bäckermeisters Költz und als Nebenpassagiere waren noch mitgenommen eine Gans und einige Tauben. In einer Höhe von 4000 Fuss wurde der Gans die Freiheit geschenkt. Sie breitete die Flügel aus und kam in Kurzem unversehrt, in der Nähe des Exerzierplatzes, auf einer Wiese wieder zu Boden.

Nach Erlangung einer Höhe von 15 000 Fuss ging Jungius daran, sich wieder herabzulassen, um seinen Gefährten, den jungen Költz, abzusetzen. Er landete zu diesem Zwecke um $^1/_2$ 3 Uhr nachmittags zwischen den Dörfern Gr.-Beeren und Heinersdorf. Mit dem nun um 80 Pfund leichter gewordenen Fahrzeuge erhob er sich darauf wieder. In Berlin hatte man, von geeigneten Punkten aus, dieses Manöver mit Fernröhren ziemlich gut beobachten können.

Die Höhe, welche Jungius nunmehr bei dem zweiten Emporsteigen erreichte, soll sehr beträchtlich gewesen sein, er schätzt dieselbe auf mindestens 20 000 Fuss; sie genauer zu bestimmen, vermochte er nicht, da sein Baro-

meter beim Anstossen der Gondel gegen den Erdboden, während der vorherigen Landung, zerbrochen war.

Dagegen konnte er gute Beobachtungen mit den anderen Instrumenten an dem Hygrometer, Thermometer und Elektrometer anstellen, mit den Resultaten seiner Luftreise also zufrieden sein.

Das Sumpf- und Weichland des Nuthethals, über welchem der Ballon nun dahinzog, war für das Herabkommen nicht recht geeignet; der Luftschiffer versuchte letzteres daher durch Auswerfen von Ballast zu verzögern. Als er später den Anker auswarf, versagte derselbe zweimal, fasste erst beim dritten Wurfe. Das Landen erfolgte nunmehr glücklich, unter dem Beistande herbeigekommener Leute, in der Gegend von Trebbin und Neuendorf, nach 35 Minuten Fahrt um 3 Uhr Nachmittags, 5 Meilen von Berlin entfernt.

Professor Jungius fand alsdann gastfreundliche Aufnahme in Trebbin bei dem Oberprediger Pfützenreuter. Am nächsten Tage begab er sich nach Charlottenburg, um dem Königlichen Paare im dortigen Schlosse persönlich über das gelungene Unternehmen Bericht zu erstatten. Seinem jungen Begleiter, dem die Fahrt, trotz unsanfter Landung, gleichfalls gut bekommen, war die Ehre, sich den Herrschaften vorstellen zu dürfen, schon am Tage vorher zu Theil geworden.

Die Zeit des Unglücks und der Trübsal, die mit dem Jahre 1806 über Preussen hereinbrach, hat dann ziemlich lange auch aëronautische Unternehmungen von der Hauptstadt fern gehalten.

Erst im Jahre 1810 begegnen wir wieder mehreren solcher. Zuvörderst war es Professor Jungius, der noch eine Auffahrt versuchte, diesesmal in Begleitung seines Kollegen Zeune (Lehrer am Grauen Kloster und Direktor des im Jahre 1806 von ihm gegründeten Blindeninstituts, hernach auch Professor der Geographie an der Universität). Die kleine Reise lief glücklich ab. Zeune hat später über sie Folgendes berichtet:

„1. Als ich mit dem verstorbenen Professor Jungius am 19. August 1810 in die Luft stieg, erreichten wir eine Höhe von 12 000 Fuss, also die der Berner Gletscher.
2. Ueber dieser Höhe sahen wir noch Lämmerwolken.
3. In der Höhe von 9000 Fuss hörte ich Kuhgeblök.
4. In der Höhe von 10 000 Fuss hörte ich Hundegebell.
5. Eine Flasche Luft in der Höhe von 6000 Fuss und eine bei 8000 Fuss gefüllt, gaben dasselbe Verhältniss wie auf der Erde.

Zeune.“

Heute ist Jungius mit seinen aëronautischen Bestrebungen und Forschungen wohl ganz vergessen und doch nimmt er unter den Luftschiffern immerhin eine beachtenswerthe Stelle ein. In Berlin war er damals eine allbekannte geehrte Persönlichkeit. Sogar in einem Wachsfigurenkabinet, welches ein gewisser Selleneuve aus Stettin im Juni 1806 in Berlin zeigte,

präsentirte er sich mit seinem Ballon hoch in den Lüften über der Hauptstadt dahinziehend. Selbst seine Gefährtin auf der zweiten Reise — die Gans — erlangte Anerkennung ihrer Verdienste, sie wurde dichterisch gefeiert in einem Liede des Namens: „Die Gans als Luftschifferin", welches von dem bekannten Komponisten Himmel in Musik gesetzt, veröffentlicht worden ist. —

In demselben Jahre (1810) stattete zur Herbstzeit auch noch das bekannte Aëronautenpaar Herr und Frau Reichard einen Besuch in Berlin ab; sie stiegen mit ihrem Ballon zweimal vom Thierarzneischulgarten auf. Frau Reichard, die erste Deutsche Luftseglerin, wiederholte im nächsten Jahr die Vorstellung. Etwas Bemerkenswerthes bieten diese drei Fahrten nicht weiter dar, sie waren lediglich Schauspiele.

Interessanter dürften dagegen die aëronautischen Versuche gewesen sein, die ein Herr Claudius, ein begüterter Berliner Fabrikbesitzer, in den Jahren 1810 und 1811 veranstaltete. Sie zeichneten sich insbesondere dadurch aus, dass in ihnen das Bestreben ausgedrückt ist, den Ballon zu selbstständigem Erheben und Senken zu befähigen. Claudius hat über seine Luftfahrten und seine Flugmaschine selbst eine kleine Schrift verfasst, die, mit seiner Biographie versehen, gelegentlich seines am 5. Mai 1834 stattgehabten Jubiläums als Bürgerschütze, von seinen Freunden veröffentlicht worden ist.

Die kleine Abhandlung bietet auch sonst noch manches Bemerkenswerthe. Wir entnehmen derselben das Folgende:

Carl Friedrich Claudius wurde am 22. Februar 1767 zu Cottbus geboren, woselbst sein Vater als Weber und Leinwandhändler lebte. Der bekannte Schriftsteller Claudius (Wandsbecker Bote) soll ein Oheim von ihm gewesen sein. Sein frisches, ansprechendes Wesen als Knabe gefiel dem Prinzen Leopold von Braunschweig, der in den Jahren 1778 und 1779 mit seinem Regimente in Cottbus im Quartier lag, ungemein. Er nahm ihn mit Bewilligung der Eltern zu sich nach Dresden, um für seine Weiterausbildung zu sorgen. Bangigkeit und Heimweh wurden jedoch bei dem Knaben so mächtig, liessen sich nicht bannen, dass der Prinz genöthigt war, ihn den Seinigen zurückzugeben.

Mit 13 Jahren kam er dann nach Chemnitz, um dort die Stoffweberei, das Färben und Bleichen zu erlernen.

Bereits im Jahre 1783, also mit 16 Jahren, versuchte er, sich in Cottbus selbständig zu machen durch Begründung eines kleinen Geschäftes, um auf diese Weise der ihm drohenden Aushebung zum Soldaten zu entgehen, und zwar begann er die Fabrikation von Wachstuch, nach einer von ihm selbst erdachten Manier. Güte des Fabrikats und strenge Reellität im Geschäfte liessen die Unternehmung gedeihlich sich entwickeln. Im Jahre 1806 konnte Claudius seine Fabrik nach Berlin verlegen, die dort bald die angesehenste ihrer Art wurde und gegen 500 Arbeiter beschäftigte.

Um diese Zeit war das Interesse der Berliner für die Luftschifffahrt

durch Professor Jungius' Unternehmungeu neu belebt worden. Auch Claudius, ein ungemein spekulativer Kopf, hatte dem Gegenstande seine Aufmerksamkeit zugewendet. Die Gerüchte über die verschiedenen Flugversuche des Uhrmachers Degen zu Wien, die um diese Zeit zu ihm drangen, brachten ihn auf die Idee, ebenfalls die Herstellung eines Flugapparates zu versuchen. Nach vielem Bemühen und Proben glaubte er endlich mit seiner Maschine zu Stande gekommen zu sein und wollte nun selbst mit ihr eine Luftreise wagen. Er meldete das Gelingen seiner Versuche dem Polizeipräsidenten, auf dessen Veranlassung eine Kommission zusammentrat, die das Flugwerk im Exerzierhause, vor dem Königsthore, begutachten sollte. Acht Tage vor der beabsichtigten Luftreise legte er mit einem Modell seiner Maschine die Probe ab vor dieser Kommission, der sich der Stadt-Kommandant, der Polizeipräsident, der Direktor Dr. Zeune, Professor Jungius u. A. beigesellt hatten.

Der vorgeführte Versuch bestand darin, dass an dem Dachstuhle des Exerzierhauses zwei grosse Rollen, 30 Fuss von einander entfernt, angebracht wurden, über welche man ein seiner Länge nach abgepasstes Tau leitete, an dessen einem Ende der Flugapparat, am anderen ein Gegengewicht angebracht ward, welches letztere durch die Thätigkeit der Maschine bewegt werden sollte. Die Flugmaschine mit den Passagieren wog 186 Pfund. Das Gegengewicht war anfangs auf 176 Pfund, also um 10 Pfund leichter bemessen worden. Das für eine Auf- und Niederbewegung dienende Werk bestand hauptsächlich aus zwei grossen, 15 Fuss im Durchmesser haltenden, mit leichtem Holz- und Rohrgestell versehenen Schirmen, von denen der eine, aufwärts gerichtet, sich über dem Ballonkorbe, der andere, umgekehrt gestellt, sich unter demselben befand. Vermittelst an dem Maste angebrachter Quergriffe mit Federn konnten beide aufgespannte Schirme um etwa 2½ Fuss auf- und niederbewegt werden.

Um die Arbeit des Bewegens zu fördern, waren die Schirmbezüge nicht aus einem zusammenhängenden Stücke, sondern aus lauter einzelnen Streifen von gefirnisstem Papier gefertigt, welche durch seidene Schnüre klappenförmig derart an dem Gestell befestigt sassen, dass sie sich beim Heben der Schirme öffneten, beim Senken schlossen.

Die Probe in der Reitbahn gelang vollkommen, sie ergab, dass es nur eines Gegengewichtes von 118 Pfund bedurfte, um den Passagier, durch zwölf Schläge des Hebeschirmes, bis an den Dachstuhl steigen zu lassen, derselbe sich also durch den Gebrauch des Apparates um 68 Pfund zu erleichtern vermochte. Für die Niederbewegung konnte das am Boden lagernde Gegengewicht auf 213 Pfund bemessen werden, so dass die Benutzung des Senkschirmes, welcher die Maschine mit zwölf Schlägen wieder zu Boden brachte, eine Erschwerung um 56 Pfund herbeiführte. Direktor Zeune und Professor Jungius überzeugten sich persönlich von der Wirksamkeit der Vorrichtung, sie liessen sich mit dem Apparate mehrfach auf und nieder.

Nachdem Claudius des guten Funktionirens seiner Flugmaschine genügend sicher zu sein glaubte, wollte er nun zur wirklichen Ausführung einer Luftfahrt schreiten.

Er richtete sich einen grossen Ballon her, dem er durch Gasfüllung nur so viel Steigekraft geben wollte, dass derselbe gerade das Gewicht des Luftschiffers und des gesammten Apparates um Etwas zu heben vermöchte. Das Weitere sollten alsdann die beiden Schirme vermitteln, deren unterer — der Senkschirm — beim Steigen des Fahrzeuges kastenförmig zusammengefaltet blieb und erst für die Senkarbeit vermittelst eines Federmechanismus ausgebreitet wurde. Erheben und Fallen sollten somit in das Belieben des Aëronauten gesetzt sein, ohne dass es erforderlich würde, Ballast auszuwerfen oder Gas ausströmen zu lassen.

Im Vollgefühl des zu gewärtigenden Erfolges seines Vorhabens liess sich Claudius zu folgender prahlerischen Anzeige hinreissen, die er am 6. Oktober 1810 in der Vossischen Zeitung veröffentlichte:

> „Am 15. Oktober werde ich zur Feier des Geburtsfestes Sr. Königlichen Hoheit des Kronprinzen, von dem hiesigen Schützenhause aus, eine Luftreise unternehmen. Ich werde dabei 1) vorher bestimmen, wie viel Meilen ich in einer Stunde zurücklegen und wohin ich reisen werde; 2) werde ich durch eine angebrachte Maschine den Ballon vom Winde ablenken und 3) wird meine elfjährige Tochter sich vor meiner Auffahrt 50 Fuss hoch erheben, einen Prolog zur Feier des Tages angemessen sprechen und im Herabsenken ein Solo in der Gondel tanzen.
>
> Das Nähere hierüber künftig.
>
> Der Wachstuchfabrikant Claudius."

Nun das, was da folgte, entsprach wohl nicht den kühnen Hoffnungen des Herrn Unternehmers. Die Luftparthie missglückte vollständig. Der anwesende Aëronaut Reichard, der darauf in Claudius Stelle das Fahrzeug bestieg, um es flott zu machen, gerieth mit der Gondel in einen Baum und konnte nur mit Mühe gerettet werden. Der Ballon verschwand auf Nimmerwiedersehen in den Lüften.

Durch den erlittenen Unfall liess sich Claudius jedoch vom Verfolgen seines Vorhabens nicht abschrecken. Er rüstete von Neuem und beschloss am Sonntag, den 5 Mai des nächsten Jahres (1811), die Fahrt vom Garten der Thierarzneischule aus anzutreten. Der Tag war günstig. Das Aufsteigen geschah um 6 Uhr Abends. Seinem Ballon hatte er diesesmal eine ansehnlichere Füllung als vordem gegeben, um nicht wieder, wie bei dem ersten Versuche — während des Manöverirens mit dem verhältnissmässig schwachen Hebeschirme — etwa vom Winde gegen die den Platz umgebenden Bäume geschleudert zu werden. Da die grosse Steigekraft des Ballons zu der Wirksamkeit des Senkungsschirmes nicht im richtigen Verhältniss stand, so war es erforderlich, innerhalb der Fahrt die Regulirung durch

Ausströmenlassen von Gas herzustellen. Während der Luftschiffer noch damit beschäftigt war, dieses Gleichgewicht herbeizuführen, hatte die Luftströmung das Fahrzeug bereits so weit von Berlin fortgetrieben, dass dort das willkürliche Aufsteigen und Senken nicht mehr bemerkt werden konnte. Claudius giebt aber besonders an, er habe, nachdem das Luftschiff in die Lage gebracht worden, den beiden Schirmen zu gehorchen, mit unbeschreiblicher Genugthuung, vorzugsweise in der Nachbarschaft von Städten, sich gegen dreissig verschiedene Male wechselweise gehoben und wieder herabgesenkt und sei dem Erdboden so nahe gekommen, dass er mit den Menschen hätte sprechen können. In den Städten Oderberg, Schwedt, Garz, über welche er hinweggezogen, hätten die Bewohner das mehrmalige Steigen und Senken deutlich wahrgenommen. Es wird das auch durch Zeugnisse der Magistrate von Oderberg und Schwedt, die Claudius erhalten und veröffentlicht hat, ausdrücklich bestätigt.

Gegen 7 Uhr Abends erreichte die Fahrt ihre grösste Höhe, das Luftschiff befand sich dort völlig innerhalb der Wolkenschichten, es herrschte empfindliche Kälte und der Ballon war ungemein angeschwollen. (Professor Jungius taxirte danach die gewonnene Höhe auf etwa 18 000 Fuss.) Um einem Reissen des Ballons vorzubeugen, arbeitete Claudius nun auf das Angestrengteste mit dem Senkschirme und gelangte bald wieder tiefer in eine wärmere Luftschicht. Diesseits Schwedt wurde er durch Musik von Waldhörnern und Trompeten erfreut und überrascht, es war dieses ein Gruss, den ihm eine, bei dem Oberamtmann Wachsmuth in Raguhn versammelte Ballgesellschaft spendete, welche das Flugwerk wahrgenommen hatte. Dann ging die Reise über Schwedt hinweg, dessen Strassen mit Schaulustigen gefüllt waren, welche der Luftschiffer, sich abwechselnd erhebend und senkend, mit seiner Fahne salutirte. In der Gegend von Garz glaubte Claudius die Ostsee in der Ferne zu erblicken und plante bereits einen Flug über dieselbe, den er bei dem günstigen Winde wohl wagen zu können meinte, da noch aller Ballast vorhanden und der Ballon genug Gasfüllung besass. Es thürmten sich jedoch plötzlich schwarze Gewitterwolken zu den Füssen des Luftfahrers auf, die mit Sturm und Regen drohten und baldiges Landen bedingten. So sehr auch durch angestrengtes Arbeiten mit dem Senkungsschirme das Herabkommen beschleunigt wurde, so früh genug der Anker ausgeworfen ward, Wind und Regen hatten doch bessere Flügel und grössere Kraft. Der Anker hielt nicht vor der Gewalt des Sturmes. Mit unbeschreiblicher Macht und Schnelligkeit („in 5 Minuten wohl an 2 Meilen“ meint Claudius) wurde das Fahrzeug nun über den Erdboden hin, durch Landseen und Teiche geschleift. Drei Zinken des Ankers zerbrachen, der Senkungsschirm hatte dasselbe Schicksal. Alle Gegenwehr schien vergeblich. Der Luftschiffer musste sich in sein Schicksal ergeben, hoffend, dass Bäume oder irgend welche anderen Gegenstände dem wilden Treiben endlich ein Ziel setzen würden. Selbst die Bewohner der Dörfer, an denen die lebensgefährliche

Jagd vorbeizog, machten keinen Versuch, Beistand zu leisten. Endlich gerieth der Ballon am Rande eines Sees in eine Gruppe von Fichten und Claudius war so glücklich, sich hier anklammern und unter unsäglichen Mühen das Ankertau befestigen zu können. Nachdem er den sehr schadhaft gewordenen Ballon, mit Hülfe von Messereinschnitten, vollständig entleert hatte, machte er sich auf, um ein Unterkommen zu suchen, und gelangte nach einer Viertelstunde in das etwa 2 Meilen von Stettin entfernt gelegene Dorf Hohenholz, in welchem der Ober-Landesgerichtsrath von Eickstedt ein Landgut besass. Dieser nahm ihn gastfreundlichst auf und stellte ihm sofort Arbeitsleute sowie einen Wagen zur Verfügung, um den Ballon nebst Zubehör in Sicherheit bringen zu können. Bei den Tags darauf vorgenommenen Arbeiten zur Bergung der Reste des Luftschiffes erfuhr Claudius, dass sich unter den Landleuten der Gegend das sonderbare Gerücht verbreitete: der Teufel oder dergleichen sei gestern Abend, während des starken Sturmes, in einem Fuhrwerk vorbeigesaust und habe mit nachgeahmter Menschenstimme gerufen: „rettet mich, helft mir“. Dieser Aberglaube — so meint er — mag die Ursache gewesen sein, weshalb die Landbewohner sich scheu vor ihm zurückgezogen und ihm keine Hülfe in der Noth gebracht hätten.

Die Rückreise führte Claudius über Schwedt, Oderberg und Neustadt-Eberswalde aus, in welchen Städten, sowie im Dorfe Sydow (bei Herrn von Wedel) er überall auf das Beste empfangen und beherbergt wurde.

Am 10. Mai 1811 in der Mittagsstunde traf er wieder in Berlin ein, von Freunden und Bekannten, die ihm zu Fuss, zu Pferde und zu Wagen entgegengeeilt waren, festlich geleitet.

Die Reiter, deren etwa funfzig sein mochten, mit grünen Reisern geschmückt, eröffneten paarweise den Zug. Dann kam die Familie Claudius in zwei stattlichen Equipagen, geleitet von Herrn und Frau von Wedel; hierauf folgte ein Fuhrwerk mit den Resten des Luftschiffes und daran schlossen sich noch etwa 70 Wagen mit anderen Begleitern.

Unter dem Jubelrufe der massenhaft herbeigeströmten Zuschauer gelangte Claudius nach seiner Wohnung, in welcher er von Pauken- und Trompetenschall dreier daselbst freiwillig eingetroffenen Musik-Chöre begrüsst ward und woselbst ihm ein auf das Luftfahrtunternehmen bezügliches Gedicht überreicht wurde. Am Abend des Tages besuchte er das Schauspielhaus und empfing hier, bei einer in dem aufgeführten Stücke vorkommenden bezüglichen Stelle, lebhaftes Zurufen und Applaudiren des Publikums.

Mit dem Erfolge seines Versuches konnte Claudius jedenfalls wohl zufrieden sein.

Soviel bekannt geworden, hat er in demselben Jahre, und zwar am 14. Juni, noch eine zweite kleine Luftreise, von Stettin aus, vorgenommen, sich über dieselbe aber nicht näher mehr geäussert.

Die Berliner Luftschifffahrtsunternehmungen schliessen darauf für eine geraume Zeit ab. Die beginnende grosse Zeit der Erhebung Preussens, die

Zeit der Freiheitskriege hatte anderes zu sinnen und zu trachten, als dem Fluge durch die Lüfte nachzustreben. Erst in sehr viel späteren Tagen wurden die aëronautischen Versuche wieder aufgenommen.

Neuere Luftschifffahrts-Versuche bei Meudon.

Die Luftschifffahrts-Versuche mit dem Ballon Renard-Krebs sind eifrig fortgesezt worden. Ueber eine Auffahrt, welche am 23. September d. J. der im vorigen Hefte (Seite 342) erwähnten vom 25. August gefolgt ist, finden wir zunächst folgende kurze Mittheilungen in der Presse: „Mit dem lenkbaren Luftschiff der beiden Französischen Kapitäns Krebs und Renard wurde vom Park de Chalais aus wieder eine Fahrt unternommen, welche vollständig glückte. Der Ballon hielt sich eine halbe Stunde gegen den Wind, führte dann verschiedene Evolutionen aus, welche vermittelst je eines über und hinter der Gondel angebrachten Segels geleitet wurden, und kehrte nach zwei Stunden nach Velizy zurück, wo er in der für ihn bestimmten Remise untergebracht wurde.“

Im Anschlusse hieran theilt die Französische Militär-Zeitschrift „Le Progrès militaire“ auch mit, dass in den Werkstätten von Meudon vier Ballons captif gearbeitet werden, welche für die vier Genie-Regimenter bestimmt sind und zu Rekognoszirungszwecken dienen sollen. Einzelne derselben sollten schon in diesem Jahre bei den Manövern des 2. französischen Armee-Corps Verwendung finden. Ende August hatten die beiden Aëronauten eine Luftfahrt unternommen*), um die von ihnen als Motor für die Schraube ihres lenkbaren Ballons erdachte neue elektrische Maschine von 6 Pferdekräften zu erproben, welche dem Ballon eine Fahrgeschwindigkeit von vier Kilometer ertheilen soll, während man es bisher nur auf 3,5 Kilometer gebracht hat. Mehrere Tage zuvor hatte schon ein oberhalb des Waldes von Meudon postirter Ballon captif mit Hilfe eines eigenen Apparates die Windgeschwindigkeit in verschiedener Höhe gemessen. Der Versuch gliederte sich in zwei Theile und zwar sollte einmal die Maschine in Fahrt gegen eine ziemlich heftige Luftströmung erprobt werden; das andere Mal war zu versuchen, ohne Oeffnung des Gasausströmventils, blos mittelst der Maschine, das Sinken des Ballons zu bewirken. Ersteres soll bei einer Steighöhe von 300 Meter durch eine halbe Stunde ausgeführt worden sein, das Fallenlassen wurde nach einer längeren Fahrt, in der Nähe von Villacoublay, ausgeführt.

Als eine bemerkenswerthe Neuerung bezeichnet das genannte Blatt zwei trapezförmige Segel, von denen das eine hinter, das andere über der Gondel angebracht ist. Beide sollen die beabsichtigten Wendungen erleichtern.

Französische Blätter beschweren sich über den angeblichen Verrath der

*) Es ist hier die Auffahrt vom 25. August gemeint, über welche im vorigen Hefte berichtet ist. Die Red.

geheim gehaltenen Konstruction der vom Kapitän Renard erfundenen Dampfwinde zur Bewegung des Ballons captif bei der Beobachtung feindlicher Bewegungen. Wie jedoch der in Paris erscheinende „Temps“ aus Rom erfährt, soll sich die Thatsache darauf beschränken, dass ein Italienischer Genie-Lieutenant zu Studienzwecken mehrere Monate in Frankreich weilte und hierbei — mit behördlicher Erlaubniss — die verschiedenen Werkstätten, darunter hauptsächlich die aërostatische zu Meudon, besichtigte. Nach seiner Rückkunft begann er in Rom Luftballon-Versuche, wozu das Material grösstentheils in Paris angefertigt wurde. Dieser Italienische Offizier berichtete aber, dass die ihm in Meudon als Führer zugewiesenen Herren ihm wohl mehrere nebensächliche Verbesserungen zeigten, das Prinzip des Motors jedoch, sowie dessen Modell selbst mit dem Schleier des tiefsten Geheimnisses umgaben. „Le Progrès militaire“ will nun, trotz obiger Italienischer Correspondenz des „Temps“, wissen, dass die Italiener dennoch eine solche Dampfwinde besitzen, die man ihnen nicht verkaufte, wovon sie sich aber den Plan verschafft haben konnten. Aus diesem Grunde fordert dieses Journal, gleichwie „La France militaire“, die Verschärfung der Aufsicht, sei es im gesetzgeberischen Wege, sei es im eigenen Wirkungskreise der Behörden und Anstalten.

Spezieller wird über die am 23. September d. J. unternommene Auffahrt noch berichtet, dass bei derselben eine Geschwindigkeit von sechs Metern in der Sekunde erreicht wurde. Hauptmann Renard, welcher jetzt die Werkstätte zu Meudon allein leitet, da Hauptmann Krebs wieder zu seinem Regiment zurückkommandirt ist, will angeblich jetzt ein noch grösseres Luftschiff bauen, welches eine stärkere Maschine tragen und acht Meter in der Sekunde zurücklegen soll*).

Die Aufgabe der Werkstätte zu Meudon, Seilballons oder Rekognoszirungsballons (Ballons captif) zu bauen, ist, wie ferner berichtet wird, als beendet anzusehen. Es existiren bereits acht Seilballonparks oder „aërostatische Batterien“. Jede derselben besteht aus vier zweiachsigen langen Fahrzeugen, die je mit sechs Pferden bespannt sind. Der erste Wagen trägt die Winde, um welche das Seil sich mittelst einer auf der Hinterachse ruhenden Dampfmaschine auf- und abrollt. Der zweite Wagen enthält die Einrichtung zur Gasbereitung: Retorten, unter welchen sich ein Rost befindet und in welchen ein fester Körper, „Gazeïn“ genannt, verflüchtigt wird; ein Tenderwagen befördert Kohle und Wasser; der Utensilienwagen endlich birgt den Ballon, die Gondel, das Tauwerk und Anderes. Jede Batterie hat eine Genie-Abtheilung zur Bedienung. In Tongking ist seit 1883 eine halbe Batterie unter dem Befehl des Hauptmanns Aron thätig und soll wichtige Dienste geleistet haben. Vor drei Jahren diente übrigens bereits ein Seil-

*) Bei Schluss der Redaktion dieses Heftes erfahren wir, dass Herr Renard über seine Versuche mit dem lenkbaren Ballon „La France“ selbst Berichte veröffentlicht hat. Wir werden aus diesen Berichten im nächsten Jahrgange unserer Zeitschrift Mittheilungen bringen. Die Red.

ballon zur Regelung des konzentrischen Schiessens bei Toul und Verdun. In Paris ist die Fabrikation von Ballons eine eigene Industrie geworden, welche augenblicklich stark für Russische Rechnung beschäftigt ist.

Neue Schriften zur Luftschiffahrtskunde.

Fundamentalsätze der Flugtechnik von Ernst Freiherr von Wechmar. Wien, Spielhagen & Schurich, 1886.

Diese Neuheit in der Litteratur der Flugtechnik ist darum von besonderem Interesse, weil mit derselben Vorschläge gemacht werden, welche, obwohl selbst nicht neu, doch von jenen Prinzipien abweichen, die bisher bei der Konstruktion von Flugapparaten konsequent, wenn auch beinahe resultatlos, verfolgt wurden. Leider verliert sich der Verfasser, nachdem er umfassend die wichtigen Grundsätze der Flugtechnik dargelegt und dabei sehr viele unerwiesene Hypothesen als erwiesene Thatsachen angeführt hat, zuletzt in die Beschreibung eines Apparates „der fliegende Mensch“, welcher darauf basirt, dass die dem Menschen mangelnde Kraft, sich selbst zu erheben, durch Geschicklichkeit in der Handhabung des Flugapparates zu ersetzen sei. Von diesem Irrthum abgesehen, enthält das Büchlein mitunter recht zutreffende Bemerkungen und es wäre daher wünschenswerth, das der Verfasser selbst daran ginge, die Spreu vom Weizen zu sondern, und seine Darlegungen in geläuterter Form neu erscheinen liesse, denn dermalen enthalten dieselben sehr viel Falsches und nur wenig Richtiges, so dass es wegen Ueberwiegens des Irrthümlichen schwer ist, die Arbeit als das, was sie sein will — eine Darstellung der Fundamentalsätze der Flugtechnik — anzuerkennen.*) A. P.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Rivista di artiglieria e genio. Roma 1885. Febbraio.

In dem Februarheft des Jahrgangs 1885 der in Rom erscheinenden Rivista di artiglieria e genio, einem gediegenen Fachblatte, findet sich unter der Rubrik „aeronautica“ Seite 360—370 ein recht lesenswerther Aufsatz über die bisherigen Flugbestrebungen (ohne Ballon). Der ungenannte Verfasser greift zunächst, wie üblich, bis zu Architas von Tarent zurück (400 vor Chr. G.) und geht dann auf den vielberufenen Dante da Perugia über (XV. Jahrhundert). Sehr dankenswerth ist es, dass er die Quelle dieser Geschichte angiebt: „Athenaeum Augst. di Oldoini, Seite 168—169, „von wo sie dann die verschiedenen Schriftsteller entnommen haben“. Dantes Flugversuche werden in der Regel als historische Thatsache hingestellt. Referent, der den auf (dynamischen) Flug abzielenden Bestrebungen eine gewisse Sympathie nicht versagen kann, vermag doch nicht einige bescheidene Zweifel zu unterdrücken. Wären Dantes Erfolge wirklich so gross gewesen, wie man erzählt,

*) Die „Zeitschr. d. D. V. z. Förd. d. Luftschifff.“ wird auf die Schrift des Freiherrn von Wechmar jedenfalls noch zurückkommen. Die Red.

nämlich dass er sich einige Male frei in die Luft über den Trasimenischen See erheben konnte und dabei das vermuthlich letzte Mal, vom Winde erfasst, sogar zu grosser Höhe, so hätte es doch wunderbar zugehen müssen, wenn er nicht trotz seines Beinbruches sehr viele Nachahmer gefunden hätte. Kann etwas mehr die Sehnsucht der Menschen erregen, als der Flug? Wie mancher hätte ihn gewagt, wenn ein Erfolg so leicht zu erreichen war. So sehr jene Erzählung also auch anmuthet, sie ähnelt zu sehr der Sage vom Ikarus, um glaubhaft zu sein.

In der Besprechung folgen dann Leonardo da Vinci, Lana di Brescia, Sarti di Bologna und darauf die modernen Experimentatoren. Deren Apparate werden sachgemäss eingetheilt in:

1. Helikoptoren oder grosse Schrauben mit senkrechter Axe,
2. Künstliche Vögel, welche Flügel nach Vogelart bewegen, und
3. Aeroplane oder Drachen, welche mit horizontalaxigen Propellerschrauben versehen sind.

Dieser Reihenfolge entsprechend werden die einschlägigen Versuche durchgenommen. Ein näheres Eingehen erscheint aber unnöthig, da diese Sachen schon anderweitig, auch in dieser Zeitschrift (besonders vom Freiherrn vom Hagen sen.), dargestellt worden sind. Daher sei nur noch erwähnt, dass sich der Verfasser mit seinen Sympathien durchaus auf Seite der Aeroplane stellt. In der That hat ja auch ein solcher schon, als Drachen von einem galoppirenden Pferde geschleppt, vor ungefähr 30 Jahren einen Mann (Giovanni Maria Le Bris, †1872 in Douarnenez ermordet) bis zur Höhe von angeblich 100 m in die Lüfte emporgehoben. Das ist zwar weit weniger, als alle diese Maschinen eigentlich leisten wollen, aber doch auch weit mehr, als alle bisher geleistet haben. —

Gerlach.

Meteorologische Zeitschrift. Berlin 1885. Heft V. und VI.

Inhalt des V. Hefts: Meyer: Ueber den jährlichen Gang der Luftfeuchtigkeit in Norddeutschland, S. 153. — Weber, Intensitätsmessungen des diffusen Tageslichtes, S. 163. — Vettin, Experimentelle Darstellung von Luftbewegungen, III, S. 172. — Korrespondenzen und Notizen. Regenzeiten in Ostafrika, S. 184. — Meteorologisches aus Gordons Nachlass. S. 184. — Schwalbe: Ueber Eisfilamente, S. 185. — Vettin, Exper. Darstellung von Cyklonen mit vorwiegender Flächenausdehnung, S. 186. — Köppen, Zusammenhang zwischen der Witterung des Winters und des Sommers, S. 187. — Hellmann, Regenreichthum der Serra da Estrella, S. 190. — Konferenz des internationalen meteorologischen Comités, S. 191. — Einige Resultate der Polarstation an der Lena-Mündung, S. 192. — Flögel, Trockener Nebel in Holstein, S. 192. — Heisse Winde, S. 193. — Börnstein: Bewegung einer Böe über Berlin, S. 193. — Vereinsnachrichten. Mitglieder der D. M. G., S. 195. — Rechnungsablage, S. 196. — Zweigvereine der D. M. G., S. 196. — Dritte allgemeine Versammlung der D. M. G., S. 197. — Verschmelzung der Zeitschriften der deutschen und der österreichischen Gesellschaft, S. 197. — Nachruf für E. E. Schmid, S. 198. — Bibliographie. Bücher, S. 200.

Jnhalt des VI. Hefts: Woeikof: Temperaturänderung mit der Höhe in Bergländern und in der freien Atmosphäre, S. 201. — Weber: Intensitätsmessungen des diffusen Tageslichtes (Schluss), S. 219. — Duderstadt, van Bebber: Der Frühling 1885, S. 224. — Korrespondenzen und Notizen. Kiessling: Die angeblich im

Jahre 1783 beobachteten Dämmerungs-Erscheinungen, S. 230. — Busch: Ueber einige mit der glänzenden Dämmerung des Winters 1883/84 zusammenhängende Erscheinungen, S. 232. — Bibliographie. Zeitschriften (Z. d. Oe. G., Niederelsäss. Ges., Wetter, C. Ren.), S. 235. — Bücher, S. 238.

Aus der Tagespresse.

– Ueber „Zeichengebung mit Ballons“ berichtet die „Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen“ Folgendes: „Die schon früher geplante Zeichengebung mit Ballons im Land- und Seekriege ist, nachdem jetzt mehrere jenem Unternehmen entgegenstehenden Schwierigkeiten beseitigt sind, wieder aufgenommen und mit gutem Erfolge durchgeführt. — Die genannten Schwierigkeiten bestanden besonders in der Gefährlichkeit der Anbringung von Lichtern an Gasballons, und andernfalls in der Unlenkbarkeit der Luftballons wegen ihrer besonderen Grösse. Die Benutzung der Glühlichter beseitigt die erste Gefahr und wird es durch diese Beleuchtung ermöglicht, in allen Richtungen von dem selbst über feindlichen Festungen schwebenden Ballon aus Zeichen und somit Mittheilungen hinunter gelangen zu lassen. Dieser Plan wurde in England von M. Eric Stuart Bruce in London erfunden und stellt dieser täglich weitere Versuche damit an. Der Ballon misst 20 Fuss im Durchmesser und fasst 4000 Kubikfuss Gas; man steigt damit bis zu 500 Fuss Höhe und erhält die Beleuchtung von 6 Glühlichtern von je 20 Lichtstärken, die Batterie befindet sich auf der Erde. Der Ballon besteht aus durchscheinender Cambric und leuchtet, wenn der Apparat im Gange ist, der ganze Ballonkörper in einem sanften, bei klarer Atmosphäre mehrere Miles sichtbaren Scheine. In der Leitung zwischen Ballon und Batterie ist ein Morseschlüssel eingeschaltet, mit welchem nach dem festgestellten Alphabet gearbeitet wird. Der jetzige Apparat wirkt ähnlich wie früher die Heliographen, diese bedingten hohe Lage der Stationen, während die Glühlichter in allen Höhenlagen angebracht werden können. Der Ballon zeigt eine grosse beleuchtete Tischplatte, der Heliograph giebt sein Zeichen vermittelst eines schmalen Spiegels.“

— Ueber die internationale Ausstellung für Schifffahrt, Handel, Gewerbe etc., welche im Mai 1886 unter dem Protektorate der Königin Viktoria und der Präsidentschaft des Prinzen von Wales in Liverpool eröffnet werden soll, bringen englische Blätter eingehende Mittheilungen, denen wir Folgendes entnehmen: „Eine besondere Abtheilung der Ausstellung ist zur Aufstellung von Maschinen, Einrichtungen etc., welche sich auf die Luftschifffahrt beziehen, unter dem Vorsitz des Sekretairs der Grossbritannischen Gesellschaft für Luftschifffahrt, Fred. W. Brearey, bestimmt; Bewerbungen um Plätze im Ausstellungsraume sind an oben genannten Herrn bis zum 1. März einzureichen. Die Ausstellung wird sich auf Modelle. Maschinen, Ballons und die zur Herstellung der letzteren nothwendigen Materialien etc. erstrecken. Werden Modelle von Betriebsmaschinen ausgestellt, so ist es zu deren Beurtheilung nothwendig, dass dieselben in einem bestimmten Massstabe hergestellt werden, da die Jury nur dann in der Lage ist, Schlüsse auf die Wirkung der in wirklicher Grösse hergestellten Maschinen zu ziehen. Das Gas für Luftschifffahrtsversuche wird unentgeltlich geliefert werden.“

— Ueber interessante Versuche, welche vor Kurzem in Gegenwart der höheren Artilleriebehörden und einer grösseren Anzahl aus ihren Garnisonen nach

Berlin kommandirter Stabsoffiziere der Fuss- und Feldartillerie auf dem Tegeler Schiessplatze stattgefunden haben, berichtet die Berliner „Volks-Ztg.“: „Von Seiten des Ballondetachements war bis zur Höhe von etwa 400 Meter ein Ballon captif aufgelassen worden, gegen welches Ziel eine Feldbatterie von 6 Geschützen auf eine taxirte Entfernung von ungefähr 1200 Meter auffuhr. Das Schiessen begann sogleich mit Shrapnels. Der erste Schuss ging zu kurz, was dadurch erkannt wurde, dass sich der Dampf des krepirenden Geschosses vor dem Ballon (d. h. zwischen Ballon und Batterie) verzog. Gleiches wurde auch von dem zweiten, auf grössere taxirte Entfernung (1300 Meter) abgegebenen Schuss und ebenso vom dritten Schuss (mit 1400 Meter) beobachtet. Erst beim vierten auf wiederum grössere, nämlich 1500 Meter Entfernung abgegebenen Schuss wurde der Dampf des krepirenden Geschosses hinter dem Ballon beobachtet. Da das Shrapnel, um gehörig zu wirken, vor dem Ziel krepiren muss, so wurden jetzt auf die zuletzt als zu kurz beobachtete Entfernung, also auf 1400 Meter, eine Anzahl Schüsse schnell hintereinander abgegeben, und diese zeigten auch bald den Erfolg, dass der Ballon zu sinken begann; wie sich nachher erwies, war derselbe an mehreren Stellen durchlöchert worden. — Durch dieses Resultat ist die Gewissheit gewonnen, dass es zunächst keine erheblichen Schwierigkeiten bietet, auf Entfernungen bis zu 1500 Meter und jedenfalls noch weit darüber hinaus gegen gefesselte Ballons auf wirksame Treffer rechnen zu können; ein Resultat von Wichtigkeit, da im künftigen Festungs- und Belagerungskriege diese Art Ballons zum Zweck von Rekognoszirungen häufig zur Anwendung gelangen werden und jetzt ein Mittel erkannt worden ist, diese Verwendung doch etwas bedenklich erscheinen zu lassen. — Gegen frei in der Luft schwebende Ballons ist man bis jetzt noch nicht im Stande, mit auch nur einiger Aussicht auf Erfolg zu schiessen, da sich absolut kein Anhalt findet, um die stets wechselnde Entfernung auch nur annähernd zu taxiren.“

Protokoll

der am 12. Dezember 1885 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: Gerlach.

Tagesordnung: Vortrag des Herrn Dr. Jeserich über wissenschaftliche Untersuchungen bei Luftballonfahrten; Vortrag des Herrn Dr. Müllenhoff über Professor Strasser's neues Werk über den Flug der Vögel.

Die Sitzung wird um 7 Uhr 25 Minuten eröffnet. Das Protokoll der vorhergehenden Sitzung wird verlesen und mit einigen unwesentlichen Veränderungen angenommen.

An den Verein sind eingegangen:

Schreiben der Herren Leube in Gittelde am Harz, Zenker in Breslau, Otto Sielaff in Wendisch-Silkow, Kreis Stolp, Thumser in München, Edler von Neckarthal in Pressburg und Baden-Powell in London,

ein Aufsatz des Herrn Platte in Wien,

ferner Rivista maritima Heft 11, Strasser über den Flug der Vögel, Boletim da sociedade de Geographia de Lisboa.

Der Vorsitzende macht der Versammlung Mittheilung vom Ableben des Freiherrn vom Hagen, zu dessen Ehren sich die Versammlung von den Plätzen erhebt, begrüsst darauf Herrn Gierow, der nach längerem Aufenthalt im Auslande wieder zurückgekehrt ist, und ertheilt sodann Herrn Dr. Jeserich das Wort zu dem angekündigten Vortrage: Ueber wissenschaftliche Untersuchungen bei Luftballonfahrten. Nach Schluss der sich hieran knüpfenden Debatte bespricht Herr Dr. Müllenhoff Strassers Werk: über den Flug der Vögel.

Es folgt ferner die Berathung über den Antrag des Herrn Priess, den Reichstag des Deutschen Reiches um Aussetzung eines Preises von 500 000 Mk. für ein Luftschiff, welches eine genau bestimmte Geschwindigkeit, eine ebenfalls bestimmte Zeit hindurch erreicht, zu ersuchen. Während das Förderliche einer solchen Preisaussetzung in der Versammlung anerkannt wird, herrschen doch über die Opportunität des Antrages mannigfache Zweifel, in Folge dessen der Antrag zur nochmaligen Besprechung auf die Tagesordnung der nächsten Sitzung gesetzt wird. Als Tag derselben wird der 9. 1. 86 bestimmt.

Schluss 10 Uhr 15 Minuten.

Inhaltsverzeichniss.

Abhandlungen, Vorträge, Polemisches.

Mittheilungen über Schriften zur Luftschifffahrtskunde.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Protokolle der Vereinssitzungen.

Verschiedenes.

Druck von Otto Elsner, Ritterstr. 13.

Zeitschrift

des

Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.



2

Zeitschrift

des

Deutschen Vereins

zur

Förderung der Luftschifffahrt.

Redaction:

Dr. phil. Wilhelm Angerstein

in

BERLIN.

V. JAHRGANG.

BERLIN W.

W. H. Kühl's Antiquariats-Buchhandlung.

1886.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Gneisenau-Strasse 28.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

V. Jahrgang. 1886. Heft I.

Zum fünften Jahrgange.

Wenn wir bei dem Beginne des fünften Jahrganges unserer Zeitschrift auf die Thätigkeit des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt seit der Begründung desselben zurückblicken, so müssen wir uns überzeugen, dass die erzielten Erfolge im Allgemeinen recht erfreulich gewesen. Der Verein besass nicht die Mittel, praktische Versuche anzustellen, er musste sich fast ausschliesslich auf das Gebiet der Theorie beschränken. Dabei hat er jedoch zwei Ergebnisse zu verzeichnen, nämlich erstens, dass in dem engeren Kreise der Gelehrten und Techniker, die sich mit der Aëronautik oder deren Hilfswissenschaften beschäftigen, eine wesentlich tiefer gehende Erkenntniss der Sache eingetreten ist, als früher hier zu finden war, und zweitens, dass auch die öffentliche Meinung über die Luftschifffahrt allmählich mehr und mehr aufgeklärt worden ist. Für Ersteres geben die Vorträge und Verhandlungen in den Sitzungen des Vereins, sowie der Inhalt dieser Zeitschrift selbst mannigfache Beweise; Letzteres zeigt sich namentlich darin, dass so unreife, von absoluter Unkenntniss alles Erforderlichen zeugende Projekte zu angeblich lenkbaren Luftschiffen, wie dem Vereine vor Jahren in grosser Zahl zugingen, nach und nach immer seltener geworden sind und heute kaum noch vorkommen. Endlich dürfte es vielleicht auch mit auf die Thätigkeit des Vereins zurückzuführen sein, dass der Bedeutung und praktischen Verwendung der Luftschifffahrt an hoher leitender Stelle neuerdings mehr Beachtung gewidmet worden ist.

Der Verein kann unter den gegebenen Umständen allein nur wissenschaftlich fördernd und anregend wirken. Zu diesem Behufe hat er sich von vorn herein zum Grundsatze gemacht, die verschiedensten Auffassungen zu Worte kommen zu lassen und durch Meinungsaustausch über streitige Fragen Klarheit herbeizuführen. In seiner Sitzung vom 11. Februar 1882 fasste er, diesem Prinzipe gemäss, den Beschluss:

„Dem Verein zur Publikation zugehende Projekte von Mitgliedern und Nichtmitgliedern können in die Vereinszeitschrift aufgenommen werden, falls der Autor durch Namensnennung die wissenschaftliche Verantwortung dafür übernimmt. Ebenso ist Erwiderungen und Kritiken solcher Projekte, falls dieselben in einer zur Publikation geeigneten Form verfasst sind, Raum in der Zeitschrift mit Namensnennung des Verfassers zu gewähren."

Im Allgemeinen ist auch seitens solcher Persönlichkeiten, welche dem Vereine selbst fern standen, die an den Arbeiten derselben von Vereinsmitgliedern geübte Kritik stets sachlich aufgefasst worden; nur ausnahmsweise ist der Fall vorgekommen, dass Entgegnungen nicht in der Zeitschrift Aufnahme finden konnten, weil sie das sachliche Gebiet verlassen hatten und von individueller Gereiztheit zeugten. Mangel an Objektivität ist dann mitunter auch der Anlass gewesen, dass anderweitig in der Litteratur Angriffe gegen den Verein gerichtet worden sind, indessen glauben wir behaupten zu dürfen, dass dieselben dem Vereine in keiner Weise Abbruch gethan haben.

Je länger der Verein und diese Zeitschrift bestehen, desto häufiger sind anerkennende Beurtheilungen beider in der Oeffentlichkeit laut geworden, und zwar nicht allein in Deutschland, sondern auch in anderen europäischen Staaten, selbst jenseits des Oceans. Darin liegt die Aufmunterung, auf dem bisher verfolgten Wege fortzufahren und die mühevolle Arbeit weiter zu führen. Wir wissen, dass wir noch lange nicht an das erreichbare Ziel gelangt sind; — konnten wir bisher nur Bausteine für ein Werk der Zukunft zusammentragen, so möge uns dies auch ferner genügen!

Dr. Wilhelm Angerstein.

Natürliche Flugdynamik.

Von **P. W. Lippert.**

Gewöhnlich werden die flugtechnischen Programme mit der Erklärung eingeleitet, dass beim natürlichen Fluge die gegenseitigen Beziehungen aller einzelnen Vorgänge viel zu komplicirt seien, um mit dem einfachen Massstabe anderer Mechanismen zur Arbeitsübertragung gemessen werden zu können. Dieses Sträuben gegen die allgemeingiltigen Werthbestimmungen des Effektes neuer Maschinen wird uns jedoch leicht erklärlich, wenn wir berücksichtigen, dass sonst überall nur jene Maschine als die bessere gilt, durch welche die hineingelegte mechanische Arbeit mit dem grösstmöglichen reinen Nutzeffekt in die, nach Richtung und Geschwindigkeit passendere, neue Nutzform der

Kraft und Arbeit umgesetzt wird. Hiernach hätte eben auch die Flugmaschine das hineingelegte Aufgebot an Schlagkraft multiplicirt in den Kraftweg möglichst vollkommen zur Bewältigung eines ermässigten Reisewiderstandes mit recht grossem Reisewege auszunützen; leider aber sehen wir in der Aëronautik dieses Princip geradezu auf den Kopf gestellt.

Wir sehen Ballonmaschinen mit in's Kolossale vermehrtem Reisewiderstand und darum ausser Stande, eine halbwegs nennenswerthe Reisegeschwindigkeit zu erreichen, weil ja bekanntlich die Widerstände auch der Flugbewegung in höherer Potenz mit deren Schnelligkeitszunahme wachsen. Doch, um die Verkehrtheit vollständig zu machen, haben die Flugtechniker sich auch noch eine Theorie zurecht gelegt, wonach die langsamere Flugreise eines Vogels anstrengender sein soll, als dessen forcirter Flug über dieselbe Strecke; weil in letzterem Falle durch die Abkürzung der Flugdauer auch ein riesiges Arbeits-Hauptererforderniss — die, angeblich für das Schwebegleichgewicht unerlässliche „Schwebearbeit" — abgekürzt werde. Damit ist offenbar die junge, etwas unreife Wissensdisciplin der Aërouautik in grundsätzlichem Widerspruch mit der täglichen Erfahrung aus der gesammten Transportmechanik und aus der Natur.

Längst würde ja in dem, seit Millionen Jahren andauernden, erbarmungslosen Kampfe um's Dasein die gesammte Avifauna von der Erde vertilgt sein, wenn diese fliegenden Lebewesen bei ihrer Ortsbewegung eine solche Extra-Arbeit des Stehenbleibens, unter dem Titel des Gleichgewichterhaltens, beim Weitertransport ihrer Körperlast, mit in den Kauf nehmen müssten. Vielmehr sehen wir schon die eigene Taube es zumeist vorziehen, auf unseren Lockruf heranzufliegen, statt über die freie, ebene Bahn nur nach Hühnerart heranzulaufen; und wenn einer Ameise auch nur für wenige Tage Flügel wachsen, so wird sie sich, trotz dem unverändert gebliebenen Kraftvorrath ihres Muskelgewichtes, doch kühn auf viel weitere und eiligere Reisen in die Luft wagen, als vordem an der Erde, und doch ist dabei die Transportlast durch das hinzugekommene neue Bewegungsorgan gewiss nicht geringer geworden. — Auch der grossflüglige Adler ist dem kurzflügligen Strauss bedeutend an Schnelligkeit in der Ortsbewegung überlegen und nur aus purer Unkenntniss der Flugvorgänge würde Jemand im Ernste behaupten können, es erfordere das elegante Hinübergleiten einer Schwalbe von Zinne zu Zinne mehr Arbeit als unser mühseliges Treppenab- und -aufwärtssteigen beim Besuche des Nachbars.

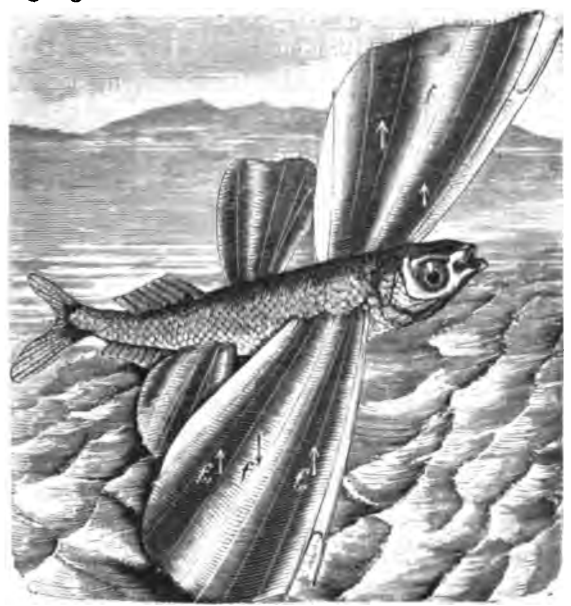
So sind wir denn gezwungen, eine wirklich gute Fliegemaschine auch als gleichwerthigen Arbeitumsetzungsapparat in Parallele mit den anderen mechanischen Einrichtungen zur Ortsbewegung zu stellen und von allem Anfang schon die Forderung an den forschenden Flugtechniker zu richten, dass er jene natürlichen Flugvortheile ergründe und in sein eigenes Konstruktionsprogramm aufnehme, durch welche es dem Fliegermechanismus ermöglicht wird, die aufgebotene motorische Arbeit ökonomisch und zielgerecht, d. h.

ohne unnöthige Arbeitsverzettelung in Reiseleistung umzusetzen. Die beliebten Berufungen auf eine an's Wunderbare grenzende Riesenkraft im zarten Vogelleibe sind ja lange schon als haltlose Uebertreibungen konstatirt, seitdem die vergleichenden Messungen vertrauenswürdiger Physiologen, wie Marey, Rosenthal, Koster, Plateau, durch direkte Wägung der Kontraktionskraft von Vogel-, Säugethier- und Fischmuskeln nachgewiesen haben, dass weder für gleiche Querschnitte dieses Arbeitsorgans noch für gleiche Gewichte desselben ein wesentlicher Unterschied in der Leistungsfähigkeit bei den verschiedenen, auf freie Ortsbewegung angewiesenen Thiergruppen besteht. Damit erweisen sich nun die altüblichen Uebertreibungen der Arbeitsleistung lebender Flieger nur als bequemer Vorwand zur Entschuldigung der eigenen Arbeitsverschwendung bei künstlichen Flugwerken und weithergeholten, antiquirten Flugerklärungen. Den Unterschied zwischen solcher altartiger und neuer Behandlungsweise dieser idealschönen Fortschrittsfrage erlauben wir uns hiermit an einem der interessantesten Beispiele aus „Natürliche Fliege-Systeme, neue Auflage" von P. W. Lippert, Wien 1885, Manz'scher Verlag, im Nachstehenden zu illustriren.

Man nahm bisher an, die „fliegenden Fische" fliegen gar nicht, sie springen nur in die Weite; und zwar sei dieser Weitsprung darum so flugähnlich, weil die Brustflossen dieser Fische rechts und links wie zwei grosse Drachenflächen ausgespannt werden und durch ihren Hemmungswiderstand beim Vorandrängen der ganzen Fliegermasse, wenigstens mit der lotrechten Komponente dieses Widerstandes, zum Schwebendtragen der Körperlast dienen. Damit war freilich die „Flug"-leistung dieser Fische zu einer blos passiven Hemmungsaufgabe degradirt; aber den alten Flugerklärern kam es ja gar nicht darauf an, mit desto abenteuerlicheren, kolossalen Stosskraftziffern für den vorausgegangenen Schwanzflossenschlag des fliegenden Fisches gegen das immerhin doch auch nachgiebige Wasser zu brilliren, um eben diesen Absprung als die alleinige Kraftursache jenes „Fluges" über das höchste Schiffsdeck hinüber, aus hundert und mehr Meter Entfernung, erklären zu können.

Natürlich galt für solche, mit Riesenkräften verschwenderisch herumwerfende „Flug"-Erklärungen auch jeder Kunstgriff zur Steigerung des Hemmungseffektes der Drachenschwebeflächen sogleich als Schwebeerleichterung. Ein solcher Kunstgriff war u. A. die rundlaufartige Drachenbewegung bei den Lössl'schen Messversuchen, wobei zur Freude der ABC-Schüler in der Flugkunst ungewöhnlich vergrösserte Drachenwiderstände durch die ventilatorartige Nebenleistung solcher in der Runde laufenden Flügel sich ergaben. Je mehr Nebenleistungen aber solch ein Fliegerwerkzeug verrichtet, um so weniger Nutzeffekt verbleibt für die Hauptleistung des Vorwärtskommens; und daher ist es wohl kaum zu verwundern, wenn eine sorgfältigere Naturbeobachtung lehrt, wie der fliegende Fisch seine Brust- und Bauchflossen nicht ausschliesslich passiv als hemmende Luftverdränger gegen vorne, sondern überwiegend aktiv als forttreibendes Ruderwerkzeug

mit einer, zwar nicht hochschwingenden und deshalb auch nicht weithinsichtbaren, aber um desto interessanteren, rückläufigen und abwärtsdrückenden Arbeitsbewegung zum Weiterkommen verwerthet.



Getreu dem Charakter der Bewegungsorgane des Fisches insceniren nämlich die ausgestrebten Flossenstrahlen nur ein fingerartiges Flatterspiel in der Luft wie im Wasser, wodurch eine schlängelnde Wellenbewegung entsteht, die, wie die Fläche eines vor dem Winde wogenden Aehrenfeldes, fast widerstandsfrei von vorne nach hinten zurückzuweichen scheint, in Wahrheit aber dieselbe kräftige, schräg von oben nach unten verlaufende, fortrudernde Stossbewegung ist, mittelst welcher z. B. die, wie ein Fallschirm flach im Wasser liegenden Steinbutten pfeilschnell durch die Wogen schiessen können, indem sie ihren breiten Körperrand rechts und links in heftige, schlangenförmig rückwärts verlaufende, aber vorwärts forttreibende Bewegung versetzen.

Wer nun genauer zusieht, wird aus unserer Abbildung sofort gewahr, dass immer die halbe Anzahl der Flossenstrahlen durch entsprechende Schlagbewegung nach abwärts, also durch das, was die alte Schule „Schwebearbeit" nennt, obige schlangenförmig gleichmässige Propulsionsbewegung bewirkt: wir haben hier folglich einen kontinuirlich wirkenden Propeller, bei welchem Schwebearbeit und Fortruderarbeit **identisch** sind.

In der That soll es bei einer richtig funktionirenden Flugmaschine auch gar nicht anders sein. Mögen immerhin die alten Experimentatoren zwei Flugmechanismen, den einen zum Schweben, den anderen zum Weiterkommen, für unerlässlich halten, oder mögen sie ganz separate Drachen (Aëroplanes) zur Erzeugung separater Schwebewiderstände und dann um so stärkere Propeller aufbieten, um auch solche selbstgeschaffene Drachenwiderstände, wäh-

rend der Flugreise zu bewältigen; dennoch würde der blutig ernste Konkurrenzkampf der Lebewesen in der Natur eine solche Arbeitsverschwendung, wodurch die Flugthiere in den eklatantesten Nachtheil gegen die Laufthiere kämen, schon an sich nicht zulassen. Dort aber, wo wirklich drachenartige Gleitbewegungen der Flieger stattfinden, dort dienen sie durchaus nicht zur Vermehrung der Transportarbeit des Flugreisenden, sondern nur zur Ermässigung der Reiseschnelligkeit, und zwar unter so ökonomischen Bedingungen, dass hierbei das Gesammterforderniss an motorischer Arbeit für diese verlangsamte Reise ganz erheblich geringer ausfällt, als für die beschleunigte Flugtour.

Nun brauchen wir uns nicht mehr zu wundern, dass auch jene im Flügelbau bevorzugten Vögel, deren langentwickelte Schwingenfedern eine fingerartige Einzelnbewegung, wie bei den Flossenstrahlen der fliegenden Fische zulassen, sich ganz derselben ökonomischen Flugarbeit bedienen, wenn sie in sicherer Höhe droben majestätisch ruhig ihre Kreise wie segelnd, ohne allen weithin sichtbaren Bogenschlag der wellig spielenden Ruderflächen, ziehen, um während diesem gemächlichen Abbreviren ihres Jagdgebietes die Kraft für späteren Stossflug und anstrengenden Kampf mit ihrer erkorenen Beute zu schonen. Zahlreiche Beobachter haben diese Flatterwellen in den ausgebreiteten Flügeln segelnd kreisender Geier durch's Fernrohr konstatirt, allein die richtige Deutung dieses Spieles setzt auch eine vorgeschrittene Kenntniss der Fluganforderungen voraus, will man nicht in die Täuschung fallen, nur ein klappenartiges Schliessen und Oeffnen der Flügelfedern vor sich zu haben. Die bessere Einsicht wird sich nun wohl auch als sichere Vorstufe besserer Erfolge der Konstrukteure bewähren.

Wie können die Fahrten der Berufsluftschiffer wissenschaftlich ausgenutzt werden?

Von **Hermann Moedebeck.**

Für die fernere Entwickelung der Aërostatik ist das Anstellen vieler Beobachtungen und das Ansammeln eines reichen statistischen Materials eine Frage von weitgehendster Bedeutung.

Theoretisch ist das Gebiet nun bereits nach allen Richtungen hin durchackert worden; es dürften kaum noch Unklarheiten darüber herrschen.

Die Nutzanwendung des durch Nachdenken und Rechnen Geschaffenen aber ist noch nicht in der befriedigenden Weise durchgeführt worden, um eine gute Methode für das Luftfahren aufstellen zu können, welche die Theorie und Praxis mit einander verbindet.

Die Gründe für diese Unterlassung liegen nicht zum wenigsten in dem Umstande, dass bei den exekutiven Individuen der Aëronautik sich noch keines gefunden hat, welches jene glückliche Vereinigung von Theorie und

Praxis halb zu halb in sich birgt. Wir haben bisher stets reine Gegensätze gehabt und werden auch in Zukunft mit unserer Förderung nicht weiter gedeihen, wenn wir nicht darnach streben, uns dergleichen Kräfte zu erziehen, oder wenn nicht der Theoretiker mit dem Praktiker einen Kompromiss schliesst, nach welchem der Erstere die Beobachtungen wissenschaftlich verwerthet, welche der Luftschiffer sich verpflichtet, aufzuzeichnen.

Mit der Erziehung dürfte es wohl seine Weile haben und daher zunächst für uns das Letztere, als gegenwärtig verwerthbar, in's Auge zu fassen sein.

Am natürlichsten und zweckmässigsten wäre es in diesem Falle, dass die Auffahrten von den Vereinen zur Förderung der Luftschifffahrt unternommen und geleitet würden. In der That ist dieser Gedanke von der deutschen und französischen Gesellschaft zur Ausführung gebracht worden, indess mit dem Unterschiede, dass man bei ersterer mehr allgemeine wissenschaftliche Beobachtungen angestellt hat, welche für die angeregte Frage bezüglich der Aërostatik gar keinen oder wenigstens nur einen äusserst geringfügigen Nutzen abwerfen konnten.

Diesen Fehler haben unsere westlichen Nachbarn mit Geschick vermieden. Jede einzelne ihrer Fahrten ist zur Förderung der Luftschifffahrt an sich in umfangreichster Weise ausgebeutet worden und alle zusammen geben ein reichhaltiges, zu Studien anregendes Material ab. Ein solches Streben wird man gewiss als ein zielbewusstes und demgemäss der Förderung der Sache entsprechendes hinstellen dürfen.

Wenn trotz alledem die Resultate noch nicht den Anforderungen entsprechen, welche für die Ausarbeitung einer Methode gestellt werden müssen, kommt dies daher, dass die Anzahl der wirklich in brauchbarer Weise gemachten Aufzeichnungen noch eine zu geringe ist. Wegen der vielen Beobachtungsfehler etc. können endgiltige Folgerungen erst aus einer langen Reihe vorliegender Erscheinungen gezogen werden. Den Vereinen wird es hinwiederum wegen der damit verbundenen Kosten unmöglich, dergleichen Auffahrten in grösserem Massstabe vornehmen zu können. Der Mangel an Kapital legt uns daher den Zwang auf, die kostbare Zeit unthätig verfliessen zu lassen.

Indess wäre es wohl nicht unmöglich, auch in diesem Falle wieder einen Ausweg zu finden.

Es ist bekannt, dass die Zahl der Fahrten, welche alljährlich zur Befriedigung der Schaulust des Publikums von Berufsluftschiffern unternommen werden, eine ziemlich grosse ist. Sollte es nicht möglich sein, die Praktiker der Aëronautik dahin anzuregen, dass sie, wenn irgend möglich, bei jeder ihrer Fahrten selbst Beobachtungen an den einfachsten Instrumenten anstellen? In Frankreich hat man es bei einem grossen Theil derselben nunmehr dahin gebracht, dass sie bezüglich genauer Aufzeichnungen während ihrer Fahrt sich in einem ehrenvollen Wetteifer befinden. Sollten unsere Aëro-

nauten nicht dasselbe zu leisten im Stande sein, wie die unserer Nachbarn? Es wäre doch traurig um uns bestellt, wenn diese Frage negirt werden müsste. Sicherlich bedarf es nur einer bescheidenen Anweisung dessen, was gewünscht wird, um in kurzer Zeit ein reichhaltiges Material zu empfangen.

Man kann annehmen, dass ein jeder Berufs-Aëronaut bei uns durchschnittlich 20 Fahrten im Jahre macht. Einen Begriff von dem Kapital, welches hiermit alljährlich unausgenutzt dahin gegeben wurde, wird man erhalten, wenn die gewöhnliche Ballongrösse zu 700 Cbm. und der Preis des Leuchtgases zu 0,25 Mk. pro Cbm. angenommen wird; es beträgt $20 \times 700 \times 0{,}25 = 3500$ Mk. Werden ferner die Nebenkosten hinzugerechnet, welche durch die Bedienungsmannschaften, durch Flurentschädigung und Rücktransport entstehen, sowie endlich eine bestimmte Summe zur Amortisation des Anlagekapitals, so stellt sich die jährliche Summe der Ausgaben auf rund 5000 Mk. Eine einzelne Fahrt würde demnach ca. 250 Mk. Unkosten verursachen.

Gegenwärtig sind in Deutschland nur vier Berufsluftschiffer bekannt (Militär-Aëronaut Opitz, Luftschiffer Securius, Dr. Wölfert und Ingenieur Rodeck). Diese würden im Stande sein, ein Material über ca. 80 Fahrten im Jahre zu liefern. Dazu kämen dann noch einige von Amateurs, auf welche in dieser Beziehung gewöhnlich zu rechnen ist.

Die Instrumente nun, welche das Material zu den Aufzeichnungen geben sollen, wollen wir nach Möglichkeit beschränken und daher nur verlangen:

1) eine richtig gehende Uhr mit Sekundenblatt,
2) ein Aneroidbarometer,
3) ein Thermometer,
4) eine Generalstabskarte im Massstabe 1 : 100 000 und einen Kompass.

Es darf wohl angenommen werden, dass sich die Luftschiffer auch sämmtlich im Besitze dieser Instrumente befinden; sie werden aber gut thun, dieselben auf ihre Richtigkeit hin recht häufig mit anderen zu vergleichen. Namentlich gilt dies vom Barometer. Der Markt bringt heute darin so viel schlechte Waare, dass bei einer Neubeschaffung zu rathen ist, sich an die besten Bezugsquellen persönlich zu wenden und dabei weniger auf den Preis zu sehen.

Beim Thermometer muss sich der Aëronaut eine Einrichtung ersinnen, welche es vor den direkten Wärme-Ausstrahlungen der Sonne im Ballonkorbe schützt, ohne damit das bequeme schnelle Ablesen desselben zu beeinflussen.

Die bisherigen Fahrten fanden nun kurz geschildert in der Weise statt, dass der Luftschiffer beim Aufsteigen auf den Korbrand trat und den Gruss mit der Fahne schwenkte. Alsdann überliess er sich und den Ballon seinem Schicksal, oder wie sich ein französischer Luftschiffer Cassé sehr treffend auszudrücken pflegt, „er lässt den Ballon nach dessen Phantasie fahren.“ Es wird allein bald langweilig oben, mit Fahrgästen macht es sich schon besser;

man kann wenigstens in Gesellschaft ohne Gefahr ein Glas Sekt zu sich nehmen und die persönlichen Eindrücke von Gottes schöner Natur gegenseitig austauschen. Immerhin entscheidet die Kostenfrage des Rücktransports sehr bald zum Landen. So endet die Fahrt, ohne irgendwie genutzt zu haben.

Fährt der Aëronaut allein, so hat er vollkommen Musse genug, recht viele Notizen zu machen. Zu seiner Beruhigung sei es aber gesagt, dass zu viel von ihm in dieser Beziehung auch nicht verlangt werden soll. Das einzige Instrument, welches er zu immerwährender Benutzung bereit halten muss, ist die Uhr. Die übrigen beiden kann er abwechselnd in Zeitabschnitten von 5 zu 5 Minuten nacheinander ablesen. Er soll auch nicht mit dieser Zeitspanne zu ängstlich sein; wenn es einmal 8 Minuten geworden sind oder einmal 3, so schadet das durchaus nichts. Die Hauptsache bleibt, richtiges Ablesen der Uhr und der Instrumente. Das kann wohl von jedem findigen Menschen erwartet werden und versteht sich demgemäss für einen Luftschiffer von selbst. Um die Geschwindigkeiten während der Fahrt festzustellen, ist es auch nöthig, den Weg des Ballons auf dem Plane zu verfolgen und sobald er hierbei über markante Punkte hinwegfliegt, die Zeit zu notiren. Zur Erleichterung der Orientirung dient in diesem Falle der Kompass.

Ausser diesen Ablesungen der Instrumente und Ortsbestimmungen muss der Luftschiffer auch meteorologische Erscheinungen, wie Wolken, Sonnenschein, Verdecken der Sonne, Nebensonnen etc. und weiterhin die Massnahmen, welche er zur Führung seines Ballons getroffen hat, notiren. Für den letzteren Fall ist es nun nicht unwichtig, das Gewicht der ausgeworfenen Ballastmasse festzustellen. Eine einfache Federwage, welche leicht mitzunehmen ist, wird auch über diesen Punkt ohne Schwierigkeiten hinweghelfen.

Um Alles in bequemer Weise übersichtlich aufzeichnen zu können, wird es sich empfehlen, ein Ballonbuchschema vorzubereiten, welches in einfachster Form ungefähr folgenden Kopf haben könnte:

Ballon: **Luftschiffer** **Aufgestiegen in:**

am **ten** **Uhr**

Zeit.	Barometer	Thermometer.	Ballastausgabe	Ortsbestimmung	Beobachtungen.

Derartige Formulare, gedruckt oder durch Umdruck vervielfältigt, sind, wenn sie auf einem Holzbrett mit Reisnägeln aufgespannt werden, übersichtlich und erleichtern daher die Arbeit bedeutend. Es dürfte wohl zu erreichen sein, dass die Vereine selbst die Anfertigung derselben in die Hand

nehmen und denjenigen Luftschiffern, welche bereit sind, die entsprechenden Aufzeichnungen zu machen, unentgeltlich zustellen.

Weiterhin sei es gestattet, hier noch einen andern, vielleicht zweckmässigen Vorschlag zu ertheilen.

Die Verschiedenheit der Windrichtungen schon in verhältnissmässig geringen Höhen ist allgemein bekannt. Wie solche aber zu einer bestimmten Zeit zu einander stehen, ist ohne Ballon schwierig zu erfahren. Dem Luftschiffer wird dies äusserst leicht. Es soll ihm nicht empfohlen werden, Papierschnitzel herabzuwerfen und deren Weg zu verfolgen. Das beansprucht zu viel Zeit und schliesst Täuschungen nicht aus. Ungleich praktischer erscheint es wohl, diese Arbeit von unseren Mitmenschen, welche uns von unten anstaunen, besorgen zu lassen. Für diesen Fall würde es sich empfehlen, Postkarten mit aufgeklebter Briefmarke hinab zu werfen. Werden solche an richtigen Orten vertheilt, so darf der Luftschiffer wohl darauf rechnen, einen erheblichen Procentsatz beantwortet zurück zu erhalten. Man kann diese Karten für verschiedene Fragen vordrucken lassen. Hierzu würde sich vielleicht das folgende Schema empfehlen:

Ballon: Victoria. **Auffahrt:** 6 Uhr — Minuten.
Von: Neue Welt. **Datum:** 10. Juni 1886.

Zeit: 7 Uhr 5 Minuten. **Barometer:** 620 ^{mm} **Thermometer:** 7 ^{0}	**Bemerkungen:**

Man bittet die folgenden Fragen richtig auszufüllen und die Karte zu spediren:

Zeit: **Windrichtung:** **Barometer:**

Thermometer: **Bemerkungen:**

Der Preis derartiger Karten beträgt pro 100 ca. 3 bis 4 Mark. Wenn ein Luftschiffer bei einer Fahrt zwanzig solcher opfert, beläuft sich die Ausgabe auf höchstens 1,80 Mark, ein Preis, der zu dem Nutzen, welchen er damit anstiften kann, in einem ganz untergeordneten Verhältniss steht.

Einmal lässt sich die Zahl der meteorologischen Beobachtungen auf diese Weise vervielfältigen und durch die ziemlich gleichzeitigen Beobachtungen oben und unten lassen sich die Erscheinungen selbst vielfach sicherer erklären; dann hat aber auch für die Luftschifffahrt in zweiter Linie ein derartiger Vorfall insofern ein besonderes Interesse, als er auf eine grosse Anzahl gebildeter Leute anregend wirken wird. Sobald es erst einmal erkannt wird, dass die Aëronauten ihr Gewerbe nicht mehr handwerksmässig betreiben (d. h. zufrieden sind, zu wissen, wo sie aufgestiegen und wo niedergekommen sind), wird auch das Interesse der gebildeten Menschheit in ganz anderer Weise sich

der Luftschifffahrt zuwenden. Mag nun auch manche Karte in falsche Hände gerathen oder von recht falschen Instrumenten bedient werden, das macht nichts, wenn der andere Vortheil dafür angerechnet werden darf. Lediglich für diesen Zweck soll auch die Karte den ausgeführten Kopf und die momentane Beobachtung im Ballon tragen. Mit der Genauigkeit dieser Aufzeichnungen braucht es der Aëronaut nicht allzu genau zu nehmen.

Sie sollen lediglich das Publikum dazu reizen, nachzusehen, wie hoch denn Thermometer und Barometer zur Zeit unten stehen. Gelangt eine Karte in die richtige Hand eines Mannes, der ein besonderes Interesse an der Sache nimmt, so ist es dem Aëronauten immerhin unbenommen, den Betreffenden genauer zu informiren und ihm zugleich seinen Dank abzustatten.

Es sei bemerkt, dass die Postkarten, um schnell hinabzufliegen, an einer Ecke etwas beschwert werden müssen. Ein Bonbon oder ein Praliné, eingewickelt in einem hübsch mit Ballons bedruckten Papier, würde sich hierzu besonders eignen. Ein derartiger Körper regt namentlich die Kinder an zum Suchen. Mit der Karte selbst können sie nichts anfangen, die werden sie sicherlich ihren Eltern bringen, zumal man voraussetzen darf, dass diese, sobald ein Ballon in Sicht kommt, hinausblicken und also auch das Treiben der Kleinen unter Augen haben. Die Neugierde, zu wissen, was auf der Karte geschrieben steht, würde auch sonst die Erwachsenen dazu treiben, den Kindern dieselbe abzunehmen. Alsdann bleibt letzteren die kleine Süssigkeit als Belohnung, der Zettel als Quittung und Andenken zurück.

Das sind nun zwar Alles Kleinigkeiten und Mancher möchte wohl darüber lächeln; trotzdem wird Niemand es ableugnen können, dass auch diese Bagatellen ihren Nutzen mit sich bringen, leider aber meistentheils nicht beachtet werden und daher nicht als selbstverständlich übergangen werden dürfen.

Man könnte wohl einwenden, derartige Beobachtungen wären für den Luftschiffer nur anzustellen, wenn er keine Passagiere bei sich hat. Das entspricht wohl kaum den Verhältnissen. Wer eine Fahrt mitmacht, hat auch ein Interesse an der graphischen Darstellung derselben und wenn auch der Aëronaut es niemals dem Passagier zumuthen wird, Barometer und Thermometer abzulesen, so kann er ihm sicherlich das Jedem bekannte Instrument, die Uhr, wohl anvertrauen. Dadurch erleichtert er sich die Arbeit bedeutend. Sollte aber der Passagier so ängstlich werden, dass seine Ablesungen nicht zuverlässig erscheinen, so bleibt dem Luftschiffer neben den Beobachtungen immer noch genügend Zeit, sich mit dem Luftkranken zu beschäftigen.

Auf alle Fälle wäre es wünschenswerth, wenn die praktischen Luftschiffer den Werth der Theorie mehr als bisher schätzen lernten und ihre vielen Fahrten dem dargelegten Vorschlage gemäss ausnutzten. Wir werden sehen, ob die übelbeleumundete deutsche Einigkeit denn nicht auf diesem Gebiete, welches vielleicht einmal dazu berufen sein dürfte, die gesammte Welt zu einigen, erreicht werden kann.

Erklärung der Gravitations-Erscheinungen aus rein mechanischen Prinzipien.

Von **Rudolf Mewes**.

Die neuere Naturwissenschaft muss, wenn sie überhaupt noch weitere Fortschritte machen will, vor allen Dingen der Forderung genügen, dass sämmtliche von ihr zu liefernden Theorien und Erklärungen den rein mechanischen Stempel tragen, d. h. dass die zu erklärenden Erscheinungen und Vorgänge aus rein mechanischen Principien abgeleitet werden. Diesen Grundsatz, dem ich bisher in meinen sämmtlichen Arbeiten zu folgen suchte, habe ich ganz besonders in dem folgenden Aufsatze zur Richtschnur meiner Deduktionen genommen. Bevor ich jedoch auf das gewählte Thema, die Erklärung der Gravitations-Erscheinungen aus rein mechanischen Prinzipien, näher eingehe, möchte ich erwähnen, dass Newton selbst mit dem von ihm aufgestellten Gravitationsprinzip insofern nicht zufrieden war, als dasselbe eine stofflich unvermittelte Fernewirkung annahm, und dass dieser grosse Naturforscher und Mathematiker der Ansicht war, dass eine unvermittelte Fernewirkung der Materie etwas Absurdes sei, und er dieselbe nur aus Mangel eines Besseren und namentlich darum gelten liess, weil sich dieselbe dem mathematischen Kalkül ausserordentlich bequem und leicht anpasst. Die schon von Newton im Anschluss an diese Bemerkungen gestellte Aufgabe, das rein mechanische Grundgesetz, bezüglich denjenigen mechanischen Vorgang aufzudecken, aus dem die Gravitations-Erscheinungen sich nach mechanischen Prinzipien als nothwendig ergeben, — diese äusserst schwierige Aufgabe, deren Lösung bereits so vielfach versucht worden ist, dürfte jedoch noch nicht völlig gelöst sein. Wegen der Schwierigkeit eines solchen Unternehmens möchte ich daher folgende Arbeit nur als einen Versuch angesehen wissen, jenes Problem von einer anderen Seite als bisher in Angriff zu nehmen und der endgiltigen Lösung um einen nicht unbedeutenden Schritt näher zu bringen.

Der Einfachheit wegen will ich nicht sogleich das Gravitationsproblem in seiner grössten Allgemeinheit in Angriff nehmen, sondern die theoretischen Gesetze zunächst an den beiden wichtigsten Körpern unseres Planetensystems, nämlich an der Sonne und der Erde erläutern, und erst, wenn die gesetzliche Ursache der Bewegung der Erde um die Sonne aufgedeckt ist, auch die ein wenig complicirtere Bewegung des Erdtrabanten, des Mondes, in Betracht ziehen. Diese Beschränkung empfiehlt sich um so mehr, als die mathematische Auflösung des Gravitationsproblems in der allgemeinsten Gestalt noch nicht gegeben ist, sondern nur annähernde Lösungen desselben, wie die von Laplace, Gylden und anderen Mathematikern ersten Ranges, vorhanden sind. Aus diesem Grunde möchte ich sogar behaupten, dass jene Beschränkung durchaus nothwendig ist; denn eine allgemeine Lösung jenes Problems mit Hilfe mathematischer Formeln würde auch bei der Befolgung des von mir

eingeschlagenen Weges an die mathematische Analysis Anforderungen stellen, welche dieselbe zu erfüllen nicht im Stande ist. Die mathematische Einkleidung physikalischer Gesetze kommt ja übrigens fast immer erst post festum, weil aus leicht erklärlichen Gründen das mechanische oder mathematische Gesetz eines physikalischen Vorganges an der Hand gesicherter Experimente und wohlbekannter Thatsachen überhaupt erst aufgefunden und als richtig nachgewiesen werden muss. Daher werde ich den gewählten einfachen Typus zweier, dem Gravitationsgesetz gemäss sich bewegender Körper nicht von der mathematischen Seite aus betrachten, sondern ohne jede höhere mathematische Rechnung die mechanisch-physikalische Seite jenes Vorganges näher ins Auge fassen, um darin das leitende mechanische Grundgesetz durch einfache Schlüsse aus Beobachtungen zu entdecken. — Zunächst steht die Thatsache unumstösslich fest, dass die Sonne in den Weltenraum nach allen Richtungen hin Licht- und Wärmestrahlen und nach den Spekulationen von W. Siemens auch magnetische und elektrische Wellen entsendet. Dass ein Gleiches bei der Erde betreffs der Wärme, der Elektrizität und des Magnetismus stattfindet, steht ebenso sicher fest, wenn auch die von der Erde ausgesandten Wellenbewegungen quantitativ den von der Sonne ausgesandten ganz gewaltig nachstehen. Sowohl die von der Sonne, als auch die von der Erde ausgehenden Strahlen müssen, ehe sie aus dem dichteren Medium, das die beiden Weltkörper unmittelbar umgiebt, heraus- und in das dünnere Weltmedium, den Aether, eintreten, ebenso wie die Wellen, welche von dem einen Weltkörper kommend in das dichtere Medium des anderen eindringen, aus ihrer ursprünglichen Richtung etwas abgelenkt werden. Mit der letzten Thatsache, welche die atmosphärische Strahlenbrechung bedingt, haben ja die Astronomen bei ihren Beobachtungen sehr zu rechnen und bei sehr genauen Beobachtungen besondere Korrektionen wegen der atmosphärischen Strahlenbrechung in ihren Resultaten zu berücksichtigen. Nun fragt es sich, ob derartige Wellen, wie die Molekular- oder Aetherschwingungen der Wärme, des Magnetismus, der Elektrizität und des Lichtes, sich unter bestimmten Umständen in Massenbewegung umsetzen können, ob diese Umstände bei der Sonne und der Erde vorhanden sind, ob die mechanische Kraftsumme, welche jene Wellen in ihrer Gesammtheit repräsentiren, wirklich der Richtung und Grösse nach jener Kraft gleichwerthig ist, welche die Erde um die Sonne herumbewegt und in ihrer thatsächlichen Bahn um die Sonne erhält; ob ferner die räumliche Bethätigungsweise jener Aether-, bezüglich Molekular-Schwingungen demselben Gesetze gehorcht, wie die von Newton als Auskunftsmittel angenommene Attraktionskraft. Das Newton'sche Gesetz der allgemeinen Massenanziehung lautet:

„Alle Theile der Materie ziehen einander an mit einer Kraft, welche den anziehenden Massen direkt, den Quadraten der Entfernungen aber umgekehrt proportional ist.“

Die Abnahme der Intensität der Anziehung im umgekehrten Verhältniss

des Quadrats der Entfernung ist, wie aus Herrn E. Dührings Gesetz über die funktionelle Beziehung einer Kraft zu ihrer räumlichen Wirkungsgelegenheit mit Nothwendigkeit folgt, eine unmittelbare Folge davon, dass die Anziehungskraft sich ebenso wie die Licht- und Wärmewellen nach allen Richtungen des Raumes fortpflanzt. Auch die Intensität der Licht- und Wärmewellen, welche von der Sonne ausgehen, nimmt daher, weil sich dieselben kugel- oder besser strahlenförmig nach allen Richtungen hin ausbreiten, ebenfalls mit wachsender Entfernung von der Sonne ab und zwar gleichfalls im umgekehrten Verhältniss des Quadrates der Entfernung. Setzt sich Molekularbewegung in Massenbewegung um, so ist die Beschleunigung, welche der Masse durch jene Molekularbewegung ertheilt wird, der Intensität der wirksamen Molekularbewegung direkt proportional. Es muss also, wenn die von der Sonne ausgehende Wellenbewegung sich in bestimmter Entfernung von der Sonne in Massenbewegung umsetzt, die resultirende Massenbeschleunigung dem Quadrate der Entfernung von der Sonne umgekehrt proportional sein, weil eben die Intensität jener Wellenbewegung im umgekehrten Verhältnisse des Quadrates der Entfernung von der Sonne abnimmt und die durch selbige mögliche Massenbeschleunigung jener Intensität direkt proportional ist. Dass auch in diesem Falle ebenso, wie bei der Attraktion, die betreffende Beschleunigung der zu bewegenden Masse selbst proportional sein muss, ergiebt sich aus dem einfachen mechanischen Grundgesetz, dass die Beschleunigung, welche einer Masse von einer Kraft ertheilt werden kann, nicht nur der Intensität dieser Kraft, sondern auch der bewegten Masse selbst proportional ist; denn bei gleicher Kraft ist die Beschleunigung um so grösser, je kleiner die zu bewegende Masse, und um so kleiner, je grösser die zu bewegende Masse ist. Da jedoch auch von der Erde oder einer anderen in bestimmter Entfernung von der Sonne gewählten Masse derartige Wellen in ganz entsprechender Weise zur Sonne gesandt werden, so muss also auch der Sonnenmasse unter obiger Voraussetzung eine ihrer Masse und dem umgekehrten Quadrate der Entfernung proportionale Beschleunigung ganz gleicher Art ertheilt werden, so dass also die (gegenseitige) Einwirkung zweier derartiger Weltkörper oder Massen auf einander wirklich ihren Massen direkt und dem Quadrate ihrer Entfernung umgekehrt proportional sein muss, wenn man die von ihnen ausgehenden Wellenbewegungen als die Ursachen jener Anziehungskraft ansieht. Die räumliche Bethätigungsweise jener Kraft, in welche die von der Sonne ausgehenden Wellen unter Umständen sich umsetzen können, gehorcht also genau demselben Gesetze wie die Anziehungskraft, auf die Newton die Erklärung des Universums gründete. — Wenn auch die räumliche Bethätigungsweise der Wellenbewegung, die als Ursache der Gravitation vorläufig noch fingirt ist, mit der räumlichen Wirkungsweise der Gravitationskraft übereinstimmt, so fragt es sich aber dennoch sehr, möchte ein kritischer Leser einwenden, ob denn auch wirklich jene Wellenbewegung in Massenbewegung umsetzbar ist. Diese Frage ist bereits durch

Thatsachen sowie durch recht sinnreiche und interessante Versuche und Experimente dahin entschieden worden, dass bei allen jenen Wellenbewegungen dies möglich ist. Ich brauche hier nur an das elektrische Spitzenrad, an die durch magnetische und elektrische Maschinen bewirkten Massenbewegungen zu erinnern, ohne noch besonders Bezug nehmen zu müssen auf die mechanische Kraftwirkung des Erdmagnetismus selbst, auf die lebendigen Kraftäusserungen und Bewegungen, welche die Sonnenwärme auf der Erdoberfläche und in der Atmosphäre hervorbringt. Im Grunde genommen ist ja bei allen unseren Kraftmaschinen, also nicht nur bei den Wind- und Wassermühlen, die Sonnenwärme das primum movens, was im Anschluss an die mechanische Wärmetheorie eine so allgemein bekannte Wahrheit geworden ist, dass ein näheres Eingehen darauf nicht erforderlich sein dürfte. Indessen eine eigenthümliche Umsetzung der strahlenden Wärme in mechanischen Effekt scheint mir im Hinblick auf das vorliegende Thema so wichtig zu sein, dass ich auf diesen Typus der mechanischen Kraftwirkung der Wärme näher eingehen möchte. „Durch einen 1874 von Cookes konstruirten Apparat, der von ihm als Radiometer bezeichnet und seitdem unter dem Namen Lichtmühle bekannt geworden ist, wird eine eigenthümliche mechanische Wirkung der Wärme dargestellt. In einem luftleeren Glasballon befindet sich, leicht drehbar um eine vertikale Axe, auf Kreuzarmen aus Aluminium, ein Kranz von vier leichten Blättchen von demselben Metall, die in gleicher Folge auf der einen Seite mit Russ geschwärzt sind. Den Sonnenstrahlen ausgesetzt, bewegt sich die Lichtmühle mit grosser Geschwindigkeit, so dass die schwarzen Flächen zurückweichen, langsamer bei mittlerem Tageslicht oder bei Kerzenbeleuchtung. Dass die Bewegung eine Wirkung der Wärme ist, ergiebt sich daraus, dass durch Lichtstrahlen, welche vorher durch eine klare Alaunplatte gegangen und dadurch ihre Wärme verloren haben, die Lichtmühle nicht mehr bewegt wird, wohl aber, wenn die Lichtstrahlen nach dem Durchgang durch dunkle Jodlösung keine Leuchtkraft mehr besitzen.“ (Jochmann, Grundriss der Experimentalphysik, Seite 233.) Wie aus der Einrichtung des eben beschriebenen Apparates leicht zu erkennen ist, ist das prinzipiell Wichtige daran der Umstand, dass die Wärmestrahlen, nachdem sie durch die äussere Glashülle in den die Aluminiumblättchen umgebenden luftverdünnten Raum eingetreten sind, die bedeutend dichteren Aluminiumblättchen treffen, dieselben erwärmen und, weil diese Blättchen auf der einen Seite metallisch glänzend, auf der anderen Seite aber mit Russ geschwärzt sind, fast nur von den schwarzen Flächen aus durch den luftverdünnten Raum hindurch wieder ausgestrahlt werden. Der Rückstoss der in dieser Weise ausgestrahlten Wärmestrahlen muss also, da auf der entgegengesetzten Seite eine bedeutend geringere Kraft wirksam ist, die schwarzen Flächen in ganz ähnlicher Weise zurückweichen lassen, wie beim Segner'schen Wasserrade die Ausflussröhren durch den ausfliessenden Wasserstrahl in ihm entgegengesetzten Sinne in Rotation versetzt werden. Würde das die Aluminiumblättchen umgebende Medium,

die verdünnte Luft, der Ausbreitung der Wärmestrahlen nicht so geringen Widerstand entgegensetzen, so würde die Lichtmühle kaum zu funktioniren vermögen, selbst wenn man von dem Umstande absehen wollte, dass ein dichteres Medium wegen des vergrösserten Widerstandes die Bewegung der Blättchen an und für sich schon stärker hemmen würde. Dem eben beschriebenen und erläuterten Cookes'schen Radiometer dürften gerade in den prinzipiell wichtigsten Punkten die Weltkörper gleichen; denn sämmtliche Weltkörper bestehen aus einem dichteren Kern mit einer mehr oder weniger ausgedehnten Lufthülle, welche den festen Kern von dem äusserst dünnen Weltmedium, dem Aether, scheidet. Die dem Centralkörper unseres Planetensystems zugewandten Seiten der Planeten werden durch die Strahlen der Sonne erwärmt, während die abgewandten Seiten die empfangene Wärme vorzugsweise wieder ausstrahlen. Man kann also, so unwahrscheinlich und überraschend es auch im ersten Moment klingen mag, nicht ohne triftigen Grund behaupten, dass unsere Erde dem Prinzip nach ein Radiometer oder, wenn man lieber will, eine Lichtmühle sei, welche von der alles belebenden und bewegenden Sonne mit rapider Geschwindigkeit getrieben wird. Indessen ein leicht in die Augen springender Unterschied dürfte, abgesehen von quantitativen Differenzen, zwischen der kleinen irdischen und der gewaltigen kosmischen Lichtmühle doch bestehen, auf den an dieser Stelle wenigstens hingewiesen werden muss. Bei der letzteren befindet sich nämlich die Kraftquelle in der Drehungsachse und zwar genauer im Umdrehungsmittelpunkt, wenn man die Bahn der Erde um die Sonne als kreisförmig ansieht, bei der ersteren dagegen liegt die Kraftquelle nicht in der Drehungsachse und fällt auch nicht mit dem Drehungscentrum zusammen. Sieht man also die Erde als ein grosses Radiometer an, dessen der Sonne zugewandte Seite von den Sonnenstrahlen getroffen wird und, so zu sagen, die Stelle der metallisch glänzenden Seiten der Aluminiumblättchen eines Cookes'schen Radiometers vertritt, so ergiebt sich nach obiger Darlegung aus rein mechanischen Grundsätzen, dass die Frde infolge der Wellenstrahlen, welche sie von der Sonne aus getroffen haben, zur Sonne hingetrieben oder, um mich nach der Auffassungsweise Newtons auszudrücken, von der Sonne angezogen wird. Damit ist also die Möglichkeit nachgewiesen, die allgemeine Massenanziehung aus rein mechanischen Prinzipien durch stofflich vermittelte Kraftübertragung von Molekül zu Molekül als nothwendig ableiten zu können, ohne seine Zuflucht zu der absurden Annahme einer unvermittelten Fernewirkung der Massen aufeinander nehmen zu müssen. Allein die Gravitationserscheinungen lassen sich nicht durch die blosse Attraktion erklären; denn unter dem alleinigen Einfluss der Attraktion müssten die Weltkörper mit stetig wachsender Geschwindigkeit aufeinander oder vielmehr insgesammt in den gemeinsamen Centralkörper stürzen, um, in Atome zerstäubt, wieder in's Weltall hinauszuströmen; dieselben könnten also nicht, wie dies in der That geschieht, in unveränderlichen Bahnen um den Centralkörper kreisen.

Eine solche Bewegung um die Sonne können aber die Planeten nur dadurch erhalten, dass auf sie, ausser der Centralkraft, noch eine derselben gleichwerthige Tangential- oder Seitenkraft einwirkt. Die Thatsache, dass eine solche Tangentialkraft wirklich existirt, kann nicht bestritten werden; aber die gesetzliche Ursache, den mechanischen Grund aufzudecken, aus welchem dieselbe sich ergiebt, dies ist weder Newton noch Laplace gelungen, von Kants Spekulationen auf diesem Gebiete ganz und gar zu schweigen. Eine Kritik aller diesbezüglichen verfehlten Versuche zu geben, ist hier nicht der Ort; ich will daher nur darauf hinweisen, dass man Näheres hierüber in Aragos populärer Astronomie findet. Die Entdeckung der Saturnringe und die Thatsache, dass die Weltkörper fast ohne Ausnahme an den Polen abgeplattete Rotationssphäroide sind, führte zu der Annahme, dass die Planeten von dem Centralkörper in ähnlicher Weise, wie dies bei den Plateau'schen Gleichgewichtsfiguren sichtbar gemacht werden kann, durch die überhandnehmende Centrifugalkraft in tangentialer Richtung fortgeschleudert und unter Mitwirkung der Anziehungskraft in kreisähnlichen Bahnen um den Centralkörper zu kreisen gezwungen worden seien. Wäre eine solche Ansicht richtig, so müsste beispielsweise die Erde, da die Sonne um ihre eigene Achse von Osten nach Westen rotirt, um die Sonne in der Richtung von Osten nach Westen herumlaufen; in Wahrheit läuft die Erde aber um die Sonne in der Richtung von Westen nach Osten, also der Richtung der Rotationsbewegung der Sonne gerade entgegengesetzt. Ganz dasselbe gilt von den Nebenplaneten oder den Monden in Bezug auf ihren Hauptplaneten. Und doch dürfte die Rotation unseres mächtigen Centralkörpers nicht ohne wesentlichen Einfluss auf die Richtung sein, in welcher die Planeten denselben zu umkreisen gezwungen sind. Die Wellen, welche von der Sonnenkugel ausgehen, breiten sich strahlenförmig und zwar in geraden Linien aus; aber sollten dieselben wegen der Rotation der Sonne nicht gleichzeitig auch noch eine tangentiale Bewegung erhalten? Die Möglichkeit hiervon ist sicherlich ohne Weiteres nicht ausgeschlossen; im Gegentheil dürfte meiner Ansicht nach dies wahrscheinlich dem wirklichen Sachverhalte ganz genau entsprechen. Dann müssen aber auch die von der Sonne zur Erde gelangenden Strahlen die Erde nicht nur in vertikaler, sondern auch in seitlicher Richtung treffen, so dass also, da nach der oben dargelegten Wirkungsweise der Lichtmühle die Bewegung den ankommenden Wellen, welche absorbirt werden, stets entgegengerichtet sein muss, die Erde nicht nur einen Impuls zur Sonne hin, sondern auch einen seitlichen Antrieb erhalten muss, welcher sie der Richtung der Sonnenrotation entgegen, also von West nach Ost zu treiben sucht. Durch die Kombination beider Kräfte gemäss dem Kräfteparallelogramm ergiebt sich eine Bewegung der Erde um die Sonne, welche der Art nach der thatsächlich beobachteten Bewegung genau entspricht. Die eben gegebene Erklärung der Tangentialgeschwindigkeit der Erde zeichnet sich besonders dadurch aus, dass aus ihr ohne Weiteres die Gleichwerthig-

keit der Tangentialkraft mit der Attraktionskraft folgt. Die Molekularbewegung, welche von der Sonne aus zur Erde gelangt und sich dadurch in Massenbewegung umsetzt, muss sich eben bei diesem Vorgange, weil sie theils in schiefer, theils in vertikaler Richtung zur Erde kommt, in zwei solche Komponenten zerlegen, dass die eine derselben sie zur Sonne hinzutreiben, die andere sie in seitlicher Richtung von der Sonne zu entfernen strebt. In erster Linie bewirkt also der mechanische Kraftwerth, den die Sonne in der Form von Molekularschwingungen stets den Planeten schickt, dass die einzelnen Planeten ihre Bahnen um dieselbe unabänderlich verfolgen. Dass die genannten Wellenbewegungen, namentlich die Wärme, der Magnetismus und die Elektricität, nur dadurch sich in Massenbewegung umsetzen können, dass sie den einzelnen Molekülen der Gesammtmasse eine bestimmte Bewegungsrichtung ertheilen, und dadurch, dass sich alle diese Theilbewegungen der Moleküle kombiniren, die sichtbare und durch Beobachtung zu messende Massenbewegung hervorbringen, ist an sich klar; indessen näher auf die Gesetze einzugehen, nach denen dies geschieht, gehört als der Molekularphysik speziell angehörig und als zu wissenschaftlich nicht in den Rahmen dieses Aufsatzes, zumal der Beweis der von mir aufgestellten theoretischen Erklärung des Gravitationsproblems jetzt noch nicht an der Hand genauer Rechnungen streng geführt worden ist. Aber gleichwohl muss ich, wenn der gemachte Versuch, das Gravitationsproblem rein mechanisch zu lösen, nicht blosse Spekulation bleiben, sondern realen wissenschaftlichen Werth gewinnen soll, schon jetzt auf Grund der Beobachtungen und Experimente nachweisen, dass die Kraftgrösse der Wellenbewegung, welche von Weltkörper zu Weltkörper strömt, wenigstens annähernd so gross sein muss, dass sie im Stande ist, die gleichen mechanischen Effekte hervorzubringen wie die Attraktionskraft, dass sie also nicht nur qualitativ mit derselben übereinstimmt, sondern auch quantitativ mit derselben identisch ist.

Wie bereits erwähnt wurde, ist es noch nicht möglich, eine zahlenmässig entscheidende Antwort auf die Frage nach der Grösse des mechanischen Effektes sämmtlicher von der Sonne ausgestrahlten Wellenbewegungen zu geben, weil die nöthigen Beobachtungen noch nicht in wünschenswerther Vollständigkeit vorhanden oder überhaupt nicht ausführbar sind. Dass aber in der That zwischen diesem Effekt und der Attraktion eine annähernde Grössenübereinstimmung besteht, glaube ich durch folgende Schlussfolgerungen ziemlich sicher beweisen zu können.

Ueber den mechanischen Kraftwerth wenigstens einer Strahlengattung, die die Sonne aussendet, nämlich über die Kraftgrösse der Wärmestrahlen, welche die Erdoberfläche treffen, gestatten die genauen Beobachtungen von Pouillet und O. Hagen einen sicheren Schluss zu machen. In Bezug auf diese Versuche bemerkt Jochmann im § 239 seines Grundrisses der Experimentalphysik: „Aus Beobachtungen über die Wärmestrahlung bei verschiedener Höhe der Sonne über dem Horizont schloss Pouillet, dass durch

Absorption in der Atmosphäre bei heiterem Himmel im Durchschnitt etwa 40 Procent der Sonnenwärme verloren gehen, oder nur 60 Prozent zur Erdoberfläche gelangen. Die in 1 Minute auf 1 Quadratcentimeter der Erdoberfläche gestrahlte Wärmemenge vermag, im Mittel aus den Versuchen von Pouillet und von O. Hagen, bei senkrechter Incidenz 1 Gramm Wasser um etwa 1,76° C. zu erwärmen. Es folgt daraus, dass die jährlich von der Sonne zur Erdoberfläche gelangende Wärmemenge eine die ganze Erdoberfläche gleichmässig bedeckende Eisschicht von 30 Meter Dicke, oder eine Eismasse von mehr als 15 Trillionen Kilogramm zu schmelzen vermöchte, wozu 1200 Trillionen Wärmeeinheiten erforderlich sind. Da von der ganzen, von der Sonne nach dem Weltraum ausgestrahlten Wärmemenge nur der 2160 Millionste Theil zur Erde gelangt, so beträgt der jährliche Wärmeverlust der Sonne 2,6 Quintillionen Wärmeeinheiten." Nach vorstehenden Angaben gelangt also in einem Jahre eine Wärmemenge von 1200 Trillionen Wärmeeinheiten — unter einer Wärmeeinheit versteht man diejenige Wärmemenge, welche ein Kilogramm Wasser von 0° auf 1° zu erwärmen vermag — von der Sonne zur Erde, in einer Secunde also, da ein Jahr aus 31 558 140 Sekunden besteht, $\frac{1200}{31\,558\,140}$ oder rund $\frac{1200}{32\,000\,000}$ Trillionen Wärmeeinheiten. Da nun nach dem berühmten Grundgesetze der mechanischen Wärmetheorie, welches unser grosser und genialer Landsmann Robert Mayer im Jahre 1842 auffand, eine Wärmeeinheit = 425 Kilogrammeter ist, so ist der mechanische Kraftwerth der in einer Sekunde von der Sonne zur Erdoberfläche gestrahlten Wärme $= \frac{1200 \,.\, 425}{32\,000\,000} = 0{,}0159375$ Trillionen Kilogrammmeter. Nun werden aber nach Pouillets Untersuchungen in der Atmosphäre der Erde 40 Procent der Sonnenwärme absorbirt. Fügt man deren mechanischen Kraftwerth, nämlich 0,010625 Trillionen Kilogrammmeter, zu dem vorigen Resultat hinzu, so erhält man für den mechanischen Kraftwerth der gesammten, zur Erde gesandten Wärme

$= 0{,}0159375 + 0{,}010625 = 0{,}0263625$ Trillionen Kilogrammmeter.

Die Anziehungskraft, welche die Sonne nach dem Newton'schen Gravitationsgesetz auf die Erde ausüben muss, um dieselbe in ihrer Bahn zu erhalten, findet man aus der Formel $K = Pj = P \,.\, \frac{4\,\pi^2\,r}{T^2}$ Kilogrammmeter, in welcher der mittlere Erdbahnradius $r = 150\,000\,000\,000$ Meter, die Umlaufszeit der Erde um die Sonne $T = 365$ Tage 6 Stunden 9 Minuten = 31558140 Sekunden und das Gewicht der Erde $P = \frac{4}{3} R^3 \pi \,.\, d$ Kilogramm, $P = 16{,}295$ Quadrillionen Kilogramm ist. Setzt man diese Zahlenwerthe in die Formel für K ein, so erhält man $K = 0{,}0059735 \,.\, 16{,}295$, also rund $= 0{,}006 \,.\, 16{,}3$ Quadrillionen Kilogrammmeter; $K = 97800$ Trillionen Kilogrammmeter ist also der mechanische Effekt der von der Sonne auf die

Erde in einer Sekunde ausgeübten Anziehungskraft. Nach den Beobachtungen beträgt der mechanische Kraftwerth der von der Sonne in einer Sekunde zur festen Erdoberfläche gesandten Wärme 0,0263625 Trillionen Kilogrammmeter, also nur ein wenig mehr als ein Viermillionstel des Effektes der Attraktionskraft. Nimmt man nun aber darauf Rücksicht, dass die Erdatmosphäre bedeutend höher ist, als bisher angenommen wurde, ja dass die Erdsphäre bereits dort beginnt, wo die Erdanziehung über die Anziehungskraft der Sonne das Uebergewicht bekommt, und zieht man ferner den mechanischen Kraftwerth mit in Rechnung, den die von der Sonne ausströmenden magnetischen und elektrischen Wellen repräsentiren, so muss man zugeben, dass der durch Rechnung gefundene mechanische Kraftwerth der zur Erde gelangenden Wellen bedeutend zu klein ist, und dass man mit Berücksichtigung dieser Umstände aller Wahrscheinlichkeit nach für die Wellenbewegung, welche die Sonne zur Erde sendet, eine mechanische Kraftgrösse erhalten wird, welche mehr als doppelt so gross ist, wie die von der Sonne ausgeübte Attraktionskraft. Wenn dies wirklich der Fall ist, so muss der mechanische Kraftwerth der ganzen von der Sonne in einer Sekunde ausgestrahlten Wärme mindestens dem doppelten mechanischen Effekt gleich sein, dem die von der Sonne auf alle Planeten ausgeübte Anziehung gleichkommt. Um diese Behauptung zu beweisen, werde ich nach der Formel

$$Pj = \frac{4\,\pi^2\, r}{T^2}\,.\,P$$

den mechanischen Kraftwerth der Anziehung berechnen, welche die Sonne auf die Planeten Merkur, Venus, Erde, Mars, Planetoiden, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun ausübt, und die Summe dieser Kräfte mit dem mechanischen Kraftwerth der sämmtlichen von der Sonne in einer Sekunde ausgestrahlten Wärme vergleichen. Die auf die Planetoiden ausgeübte Anziehungskraft habe ich rund derjenigen gleichgesetzt, welche auf den Mars ausgeübt wird. Man erhält auf diese Weise für die einzelnen Planeten folgende mechanischen Effekte in Trillionen Kilogrammmetern pro Sekunde:

Merkur . . . . =	28414
Venus . . . . =	58808
Erde . . . . . =	97800
Mars . . . . . =	2043,4
Planetoiden . . . =	2043,4
Jupiter . . . . =	394870
Saturn . . . . =	50948
Uranus . . . . =	0,39831
Neptun . . . . =	0,27232
Summa =	634927,47063 Trillionen Kilogrmtr.

Nach den oben angeführten Berechnungen und Angaben in Jochmanns Experimentalphysik im Paragraphen 239 strahlt die Sonne in einem Jahre

1200 . 2 160 000 000 Trillionen Wärmeeinheiten in den Weltraum aus, in einer Sekunde also

$$\frac{1200 \cdot 2\,160\,000\,000}{31\,558\,140} \text{ oder rund } \frac{1200 \cdot 2\,160\,000\,000}{32\,000\,000} \text{ Trillionen}$$

Wärmeeinheiten, welche $= \frac{1200 \cdot 2160 \cdot 425}{32}$ Trillionen Kilogrammmeter, also = 34 425 000 Trillionen Kilogrammmeter sind. Die mechanische Kraft der gesammten Sonnenwärme übertrifft also die Anziehungskraft, welche die Sonne auf sämmtliche Planeten ausübt, nicht nur um das Doppelte, sondern sogar beinahe um das Sechzigfache. Es folgt also hieraus, dass lediglich die Wärmestrahlen die Träger und Vermittler der Gravitation sind und dass die magnetischen und elektrischen Erscheinungen und Kräfte wahrscheinlich eine Folge der Wärmewirkung sind. Die Wärmewirkung der Sonne ist also wegen ihrer ausserordentlichen Grösse nicht nur im Stande, den Planeten die thatsächlich ihnen eigene Zugkraft nach der Sonne, sondern denselben auch die translatorische Bewegung zu ertheilen, welche die Planeten hindert, in den Centralkörper zu stürzen, und sie in kreisförmigen Bahnen um denselben umtreibt. Die Bahngeschwindigkeit eines Planeten ist nämlich die nach unendlicher Zeit erlangte Endgeschwindigkeit einer beschleunigenden Kraft, welche der dem Planeten von der Sonne ertheilten Attraktionskraft genau gleich ist. Die Tangentialkraft und die Anziehungskraft sind eben der Grösse nach genau gleich und nur der Richtung nach verschieden, setzen sich daher nach dem Satze vom Parallelogramm der Kräfte, so zu sagen in ein bewegliches Gleichgewicht oder besser in ein bewegliches Gleichgewichtsverhältniss. Zieht man nun die doppelte Attraktionskraft sämmtlicher Planeten von der gesammten Wärmekraft der Sonne ab, so bleibt immer noch ein solcher Ueberschuss an Kraft, dass durch dieselbe sämmtliche mechanische Kraftwirkungen planetarischen Charakters und vor allen Dingen die Rotationsbewegung sämmtlicher Planeten um ihre eigene Achse geleistet werden kann, ohne dass dadurch die Wärmekraft der Sonne vollständig erschöpft werden dürfte. — Die mechanisch-physikalische Erklärung der Rotationsbewegung aller Himmelskörper mit Hülfe der im Vorstehenden aufgestellten Grundsätze zu geben und die Schlussfolgerungen, welche ich über die Bewegungsweise der Hauptplaneten um den Centralkörper gemacht habe, auch für die Nebenplaneten zu ziehen, wie eigentlich meine Absicht anfangs war, darauf möchte ich jetzt verzichten und mir vorbehalten, diesen Gegenstand bei einer zweiten Bearbeitung der Gravitationserscheinungen um so ausführlicher zu behandeln. Zum Schluss möchte ich nur noch auf die höchst wichtige Schlussfolgerung hinweisen, welche sich aus der vorstehenden Lösung des Gravitationsproblemes unmittelbar ergiebt, nämlich darauf, dass die Anziehungskraft der Massen sich nicht momentan in die weitesten Räume ausbreiten kann, sondern, wie die sie bedingenden Wellen selbst, zu ihrer Ausbreitung einer gewissen, wenn auch sehr kurzen Zeit bedarf.

Bericht des Hauptmanns Renard über die Versuche mit dem lenkbaren Luftschiff „La France“.

Verlesen am 23. November 1885 in der Akademie der Wissenschaften zu Paris, veröffentlicht am 7. Dezember 1885 in „Comptes rendus“.

„Wir haben von den Ergebnissen, die wir mit dem in den Militärwerkstätten von Chalais erbauten lenkbaren Luftschiff erhalten haben, im letzten Jahre Mittheilung gemacht. Dasselbe Schiff hat im Jahre 1885 drei neue Auffahrten gemacht, über die wir hiermit kurz Bericht erstatten.

Vor Beginn einer neuen Uebungsreise musste der Ballon in gewissen Theilen umgeändert werden. Es handelte sich in Wahrheit um Ausfüllung der Lücken der Versuche von 1884 und überhaupt um Anstellung genauer Messungen der Geschwindigkeit des Ballons in Bezug auf die umgebende Luft. Da uns die Erfahrung gezeigt hatte, dass zur Ausführung befriedigender Messungen eine Besatzung von zwei Luftschiffern nicht ausreicht, galt es zunächst, den Apparat zu erleichtern. Ich erreichte dies leicht durch Veränderung gewisser Konstruktionstheile (Ventilator, Batterie, Stromwechsler, Steuer etc.). Der bewegenden Maschine waren verschiedene Unfälle zugestossen (namentlich den 12. September, wo der bewegliche Ring ausser Dienst gestellt und durch einen Ring von Gramme ersetzt werden musste, und den 8. November [2. Auffahrt], wo der Strom in Folge des Bruchs einer der Drahtbürsten in kurzem Kreise geschlossen werden musste). Ich entschloss mich, sie durch einen neuen Motor mit nur zwei Bürsten zu ersetzen, welche leichter nachzusehen und zu ersetzen sind. Die Konstruktion desselben wurde Herrn Gramme anvertraut. Unser vortrefflicher Elektriker lieferte einen ausgezeichneten und vorzüglich äquilibrirten Motor, an Gewicht gleich dem ersten.

Auch die Uebertragung der Bewegung musste geändert werden. Da durch die unvermeidlichen Deformationen des Schiffes das in den Motor eingreifende Getriebe (le pignon **calé** sur le monteur) und das an der Propellerachse befestigte Zahnrad in ihrer gegenseitigen Lage zu einander Veränderungen ausgesetzt waren, welche im vergangenen Jahre zur theilweisen Lockerung und zum Bruch von Zähnen geführt hatten, hing ich das ganze Getriebe an der Propellerachse selbst auf. Noch mehr, die Achse des Getriebes wurde mit der des Motors vermittelst einer Muffe (à **calage** élastique) verbunden, welche dem Gangwerk (train) eine Verschiebung gestattete, ohne dass dadurch die Transmission beeinflusst wurde, indem so gewissermaassen eine Art kardanischer Aufhängung geschaffen war. Endlich wurden sorgfältige Vorkehrungen getroffen, um die ununterbrochene Schmierung und Kühlung der Zapfen zu sichern, deren Umdrehungszahl bis auf 3500 in der Minute gesteigert werden konnte.

Ein erster Versuch in dem Schuppen von Chalais gab uns vollständiges Vertrauen zur neuen Einrichtung. Der Motor entwickelte bei 3600 Um-

drehungen in der Minute mit Leichtigkeit mehrere Stunden hindurch neun Pferdekraft. Man benutzte diesen Versuch, die Zugkraft der Schraube zu messen. Man fand, dass sie mit der Stromstärke durch die Formel

$$H = 0{,}753 \; . \; C - 17{,}3$$

verknüpft war, wobei H den Zug in Kilogrammen, C die Stromstärke in Ampère bedeutet.

Die Formel gilt sehr genau für C gleich O (?!) bis 108 Ampères. Man kann sie ohne sonderlichen Fehler auch für den Fall gelten lassen, wo der Ballon dem Zuge der Schraube frei gehorcht (wie durch Versuche im Kleinen bestätigt wurde). Endlich bemühte ich mich darum, die Wirksamkeit der Batterie zu verlängern, ohne ihr Gewicht zu erhöhen, und das gelang mir leicht durch geringe Veränderung der Zusammensetzung der Flüssigkeit.

Ich wende mich nun zu einer zwar sehr einfachen, aber sehr genau wirkenden Vorkehrung zur Geschwindigkeitsmessung. Da die Schraube am Vordertheil des Ballons ist, so kann man nicht daran denken, ein Anemometer anzuwenden, dessen Angaben zu hoch ausfallen würden.“ (Nach Ansicht des Uebersetzers ist dies keineswegs ausgemacht. Nach den bei Dampfschiffen über den Einfluss der Schraube auf den sogenannten Nachstrom gemachten Erfahrungen könnte auch gerade das Gegentheil, von dem was Herr Renard annimmt, der Fall sein, d. h. das Anemometer zu geringe Werthe für die Geschwindigkeit angeben. Es ist zu bedauern, dass Renard nicht durch gleichzeitige Anemometermessungen diesen Punkt klargestellt hat. Vielleicht geschieht das noch.) „Dagegen hindert nichts die Anwendung eines Luftlogs. Ich richtete dasselbe folgendermaassen ein: Ein 120 l fassender Ballon aus Goldschlägerhaut wurde mit Leuchtgas so gefüllt, dass er in der Luft gerade im Gleichgewicht blieb. Dieser Ballon wurde am inneren Ende einer Seidenspule von 100 m Länge befestigt. Der geringste Zug genügt, diese Spule abzurollen. Das andere Ende des Fadens wurde um den Finger des Beobachters gewickelt. Um eine Beobachtung zu machen, lässt man den Ballon los, welcher reissend zurückbleibt und, am Ende des Fadens angelangt, einen merkbaren Ruck auf den Finger ausübt. Der Augenblick des Loslassens und des Ruckes am Ende werden an einem Zehntelsekunden zeigenden Chronometer angemerkt.

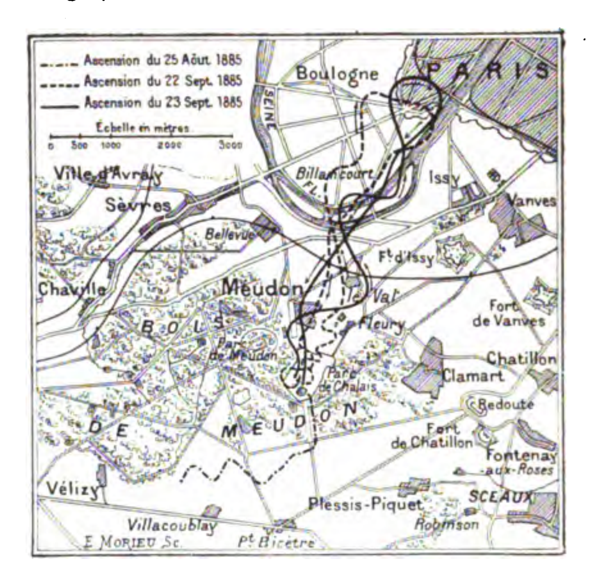
Anmerk.: Es scheint, dass diese Methode, so geistreich sie ist, ebensowenig fehlerfreie Resultate liefern kann, wie das Anemometer. Denn offenbar bleibt der Logballon im Fahrwasser des Luftschiffes und wird die Bewegungen des Nachstromes mitmachen. Derselbe erstreckt sich aber gewiss bis auf die doppelte Länge des Luftschiffes, auf 100 Meter. Es dürfte also der Fehler dieser Messung im selben Sinne ausfallen, wie bei der Anwendung des Anemometers, umgekehrt also eine etwaige Uebereinstimmung beider Messungen nicht die Richtigkeit derselben verbürgen. Der Uebersetzer.

Obgleich der während des Abrollens vom Faden auf den kleinen Ballon übertragene Zug sehr schwach war, musste man ihn dennoch in Rechnung ziehen. Im geschlossenen Raume wiederholt angestellte Versuche ergaben, dass der Ballon um 7 Meter in der Minute oder um 0,117 Meter in der

Sekunde unter der Wirkung dieses leichten Zuges abwich. Wenn man also t die Dauer des Abrollens in Sekunden nennt, so ist der vom lenkbaren Luftschiff während der Dauer des Versuches durchlaufene Weg $100 + 0{,}117\,t$ und also die Geschwindigkeit:

$$v = \frac{100}{t} + 0{,}117.$$

Nach diesen Vorbereitungen benutzte man den ersten schönen Tag, um den neuen Mechanismus in der Luft zu versuchen. Dies geschah am 25. August und zeigte, dass dieser nichts zu wünschen liess.



Auffahrt vom 25. August.

Die erste Auffahrt fand am 25. August bei trockener Luft und klarem Himmel statt. Der seit einiger Zeit aufgeblähte Ballon hatte einen beträchtlichen Theil seiner Steigkraft verloren, ich musste daher für dieses Mal auf einen dritten Aëronauten verzichten und fuhr allein mit meinem Bruder, dem Hauptmann Paul Renard, auf. Der Wind kam aus Ost. Seine in geringer Höhe vermittelst Probeballons gemessene Geschwindigkeit überstieg nicht 5 Meter. Indem wir uns auf die Schätzungen vom letzten Jahre verliessen, hofften wir eine Geschwindigkeit von nahezu 7 Meter zu erreichen. Daher waren wir sehr erstaunt, gegen den in 250 Meter Höhe über dem Thal von Chalais herrschenden Wind nicht aufkommen zu können.

Die Schraube arbeitete mit grosser Regelmässigkeit bei 55 Umdrehungen in der Minute. Dennoch wichen wir zurück, langsam zwar, aber beständig. Da wir nichtsdestoweniger den Versuch noch fortsetzen wollten, aber nach der Seite des Chaviller Gehölzes getrieben zu werden fürchteten, drehte ich den Schiffsschnabel ein wenig nach rechts. Bald wandte sich das Schiff unter der vereinten Wirkung des Windes und seiner Eigengeschwindigkeit

nach Süden und begann über der freien Ebene von Villacoublay zu schweben, einer zur Landung sehr geeigneten Stelle. Das Rückweichen dauerte fort und nach einer Fahrt von 50 Minuten landete der Ballon nahe dem Pachthofe von Villacoublay, wohin ich ihn während des Zurückweichens gelenkt hatte und wo uns die Militärarbeiter von Chalais erwarteten. Dieser erste Versuch, der uns zwar volles Vertrauen zu unserer Treibvorrichtung fassen liess, bereitete uns dessenungeachtet eine Enttäuschung. Wir hatten unsere Kräfte überschätzt, die im letzten Jahre ohne direkte Messungen angenommenen Geschwindigkeiten waren geringer, als wir geglaubt hatten, und andererseits war der Wind, der in einer Höhe von 250 Metern herrschte, ersichtlich stärker, als in der Nähe des Bodens. Wir empfanden die Nothwendigkeit genauer Geschwindigkeitsmessungen und warteten geduldig auf recht manierliches Wetter.

Infolge schlechten Wetters konnte der entscheidende Versuch erst im Laufe des nächsten Monats stattfinden.

Auffahrt vom 22. September.

Am 22. September wehte der Wind aus NNO., d. h. von Paris her und, da seine Geschwindigkeit in den unteren Luftschichten nur 3 bis 3,5 Meter betrug, entschlossen wir uns zur Fahrt. Diesmal waren wir zu dreien: Hauptmann Paul Renard, dem die Messungen und verschiedene Beobachtungen zufielen, Duté-Poitevin, Civilluftschiffer, angestellt an der Anstalt von Chalais, und ich, der ich mir die Handhabung des Steuers und des Bewegungsapparates vorbehalten hatte.

Die Abfahrt fand um 4 Uhr 25 Minuten bei feuchtem und nebligem Wetter statt. Die Schraube wurde in Bewegung gesetzt und die Richtung auf Paris genommen. Wir hatten zuerst einige Ausweichungen (embardées = Gierschlag, bei der Marine), aber es gelang mir bald, sie zu vermeiden. Der Ballon bewegte sich über dem Dorfe Meudon hin, überschritt die Eisenbahn beim Bahnhofe um 4 Uhr 55 Min. und erreichte die Seine um 5 Uhr beim Westende der Insel Billaucourt, — trotz des Windes.

In diesem Augenblicke führten wir eine Messung der Geschwindigkeit aus und fanden sie genau gleich 6 Meter. Unterdessen näherte sich der Ballon bei der Fortsetzung seines Weges den Befestigungen von Paris.

Um 5 Uhr 12 Min., nach 47 Minuten Fahrt, trat er ein in den Festungsgürtel von Paris bei Bastion 65. Das nebelige Wetter trübte sich mehr und mehr. Der feuchte Niederschlag beschwerte uns und zwang uns, grosse Mengen Ballast zu opfern. Unter diesen Umständen wäre es unklug gewesen, sich noch weiter zu entfernen, und der Rückweg wurde beschlossen.

Die Wendung vollzog sich leicht. Unterstützt durch den Luftstrom, näherte sich diesmal der Aërostat seinem Abfahrtsort mit überraschender Schnelligkeit.

Chalais bemerkten wir nicht, es war vollständig durch den Nebel ver-

hüllt. Wir mussten als Zielpunkte nacheinander die Brücke von Billancourt und den Bahnhof von Meudon nehmen.

Elf Minuten genügten, uns zum Landungsplatz zurückzuführen und uns einen Weg zurücklegen zu lassen, der uns auf dem Hinwege 47 Minuten Anstrengung gekostet hatte. Der Aërostat wendete, um die Spitze gegen den Wind zu haben, und 10 Minuten später berührte seine Gondel den Rasen des Abfahrtsplatzes. Er hatte sich während dieser Fahrt nur bis zu einer Höhe von 400 Meter erhoben.

Auffahrt vom 23. September.

Am folgenden Tage machte der Ballon „France“ in Gegenwart des Kriegsministers, des Generals Campenon und des Vorsitzenden des Festungscomités, des Generals Bressonet, eine neue Auffahrt, die ebenso gut wie die des vorhergehenden Tages gelang.

Man wiederholte die Messungen der Geschwindigkeit und die Ergebnisse beider Tage stimmten miteinander überein. Der Weg war ziemlich derselbe, wie am 22. September. Der Wind war schwächer und trieb uns auf Paris zu. Die Dauer der Fahrt betrug 17 Minuten hin und 20 Minuten zurück. Die Landung war sehr leicht und der Ballon kam genau auf seinen Ausgangspunkt zurück.

Die Reise konnte aus Mangel an Ballast nicht länger fortgesetzt werden, da der Ballon in Folge der Fahrt vom Tage zuvor an Tragekraft verloren hatte.

Formeln: Die eben beschriebenen Versuche haben uns zuverlässige Werthe für den Widerstand von Ballons, mit Netz und Gondel wie „la France“, geliefert. Wir halten es für nöthig, sie hier zu geben, denn sie unterscheiden sich wesentlich von den früheren, unvollständigen, mit denen auch wir bei Ausarbeitung unseres Entwurfes uns begnügen mussten.

Die gemessenen Widerstände sind viel grösser, als wir und Jedermann geglaubt haben.

Wenn man mit R den Widerstand in Kilogrammen (kg), den der Ballon la France bei der Bewegung mit der Spitze voran erfährt, bezeichnet und mit v seine Geschwindigkeit in Metern (m), mit A die beim Zuge geradeaus geleistete Arbeit in Kilogrammmetern (kgm), mit T die Arbeit am Umfange der Schraubenwelle und mit T^1 die an den Grenzen des Motors, so kann man aus unseren Versuchen die folgenden Formeln ableiten:

$$R = 1{,}189\ v^2$$
$$A = 1{,}189\ v^3$$
$$T = 2{,}300\ v^3$$
$$T^1 = 2{,}800\ v^3.$$

Für eine Eigengeschwindigkeit von 10 m, welche ausreicht, um die Lenkbarkeit in den meisten Fällen zu gewähren, würde man haben:

$$R = 118{,}9 \text{ kg}$$
$$A = 1189 \text{ kgm}$$
$$T = 2300 \text{ kgm oder 31 Pferdekraft}$$
$$T^1 = 2800 \text{ kgm.}$$

Allgemein würde man für einen Ballon von D Meter Durchmesser haben:

$$R = 0{,}01685\ D^2\ v^2$$
$$A = 0{,}01685\ D^2\ v^3$$
$$T = 0{,}0326\ D^2\ v^3$$
$$T^1 = 0{,}0397\ D^3\ v^3.$$

Anmerk.: Hieraus ergiebt sich, dass der Widerstand des Ballons in Folge seiner Zuschärfung nur etwa 0,175 so gross gewesen ist, als der einer ebenen Fläche von der Grösse des Querschnittes (f) des Ballons. Hierbei ist als dessen Werth kurzweg $0{,}123 f v^2$ in Rechnung gestellt. Mit obigem Zahlenwerthe wolle man denjenigen vergleichen, den Bobylew theoretisch für eine in Richtung ihrer Halbirungsebene senkrecht zur Kante bewegte keilförmige Wand findet, nämlich, wenn beide Wandebenen einen Winkel von 20° miteinander bilden 0,227, bei 40° 0,409. Diese Werthe sind ebenfalls viel grösser, als man sie gemeinhin erwartet, gewähren aber den Renard'schen Resultaten eine unerwartete theoretische Bestätigung. D. Uebers.

Wir schliessen diesen Bericht mit einer Zusammenstellung der Ergebnisse sämmtlicher Fahrten der France. Die im vergangenen Jahre bestimmten Geschwindigkeiten sind nach den Messungen vom 22. und 23. September 1885 berichtigt.

Nummer der Auffahrt.	Datum.	Tourenzahl.	Geschwindigkeit in Metern.	Bemerkungen.
1.	9./8. 84	42	4,58	Rückkehr nach Chalais.
2.	12./9. 84	50	5,45	Störung der Maschine, Landung bei Vélisy.
3.	8./11. 84	55	6,00	Rückkehr nach Chalais.
4.	8./11. 84	35	3,82	„ „ „
5.	25./8. 85	55	6,00	Wind stärker als die Eigengeschwindigkeit, Landung in Villacoublay.
6.	22./9. 85	55	6,00	Rückkehr nach Chalais.
7.	23./9. 85	57	6,22	„ „ „

Fünf Male unter sieben kehrte das Luftschiff nach seinem Auffahrtsorte zurück."

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Photographische Korrespondenz. Organ der Photographischen Gesellschaft in Wien und des Vereins zur Pflege der Photographie und verwandten Künste in Frankfurt a. M. Jänner 1886. Seite 26.

Die Zeitschrift bringt ein Referat aus dem Moniteur de la Photographie 1885 pag. 116, wonach der Photograph der medizinischen Schule in Nantes, Herr Pinard.

versucht haben soll, vom Ballon aus Aufnahmen zu machen. Die Kamera hatte derselbe zu diesem Zwecke auf einem beweglichen Brette ausserhalb des Korbes befestigt. Als Objektiv diente ein Aplanat von Français, mit dem Momentverschluss von Thury und Amey, welcher eine Belichtung von nur $^1/_{150}$ Sekunde zulässt. Die Aufnahmen sollen sehr gut ausgefallen sein. M.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve. 18. Année. No. 9—12. Pars, Septembre — Décembre 1885.

Das Septemberheft des Aéronaute bringt den Anfang eines Aufsatzes von H. Hervé: „Nouveau matériel aérostatique pour l'étude de la météorologie". „Ueber die im Interesse der Meteorologie an Luftschiffen nöthigen Neuerungen."

Der Verfasser beschwert sich zunächst über die Missachtung, welche die Luftschifffahrt findet, über die Herabwürdigung derselben zu seiltänzerischen Schaustellungen und über die Seltenheit wissenschaftlicher Auffahrten — eine Klage, die sich im Munde eines Franzosen etwas übertrieben ausnimmt, wenn man die deutschen Verhältnisse daneben in's Auge fasst.

Dass die Meteorologie, welche doch an der Luftschifffahrt von Rechtswegen sehr lebhaften Antheil nehmen müsse, von ihr bisher so geringen Nutzen gezogen, sei die Schuld der letzteren. Genaue Messungen lassen sich nur mittelst empfindlicher Apparate machen, diese dürfe man aber nicht den Gefahren der Landung aussetzen. Sie würden um so sicherer zerbrechen, je werthvoller sie seien. Man habe sich also bemüht, recht feste und widerstandsfähige Apparate zu bauen, habe aber damit hauptsächlich erreicht, dass deren grobe und unzuverlässige Angaben für die Wissenschaft werthlos seien. Ueberdies verlange diese Letztere Auffahrten bei jedem Wetter, was das Verkehrte des obigen Verfahrens noch erhöht.

Der richtige Weg sei vielmehr, durch Verbesserung des Ballonmaterials von Grund aus die bestehenden Gefahren auf ein möglichst geringes Maass zurückzuführen. Die grösste Fährlichkeit bietet bekanntlich immer die Landung dar. Daher wendet sich der Verfasser im vorliegenden ersten Theile zur Besprechung der dafür nöthigen Vorkehrungen.

Es kommt im Wesentlichen dabei immer darauf hinaus, dem im Luftstrome schwimmenden Ballon seine Geschwindigkeit in Bezug auf die Erde zu nehmen. Dies geschieht einerseits, dass Theile des Luftschiffes (Anker etc.) auf der Erde Widerstand finden, andererseits, dass der Ballon in Folge Entleerung dem Luftstrome eine verminderte Widerstandsfläche entgegensetzt.

Die Mittel, um das Eine wie das Andere heibeizuführen, sind

der Landungszaum,
der Anker und
das obere Ventil.

Ohne uns auf das Einzelne weiter einzulassen, genüge die Anführung der vom Verfasser gezogenen Schlüsse:

Eine methodische (d. h. Muster-) Landung, die sich durch das allmähliche Aufhalten der Fahrt kennzeichne, biete folgende vier Zeitfolgen:

1. Periode des Gleichgewichts in der Nähe des Bodens, Ballast in Reserve, den Ballon aufgebläht; was man erreicht vermittelst des Manöverventils, des Schlepptaues und durch Oeffnen der Appendixklappe.

2. Periode der Verlangsamung, bestimmt die Wirkung des Ankers vorzubereiten, indem man die Geschwindigkeit des Ballons und in Folge dessen den Stoss im Augenblicke des Anhalts möglichst vermindert; dies ist die Aufgabe des Landungszaumes.

3. Periode des Anhalts; sie umfasst die Wirkung des Ankers, der so konstruirt sein muss, dass er auf jeglichem Boden fast unmittelbar fasst, während die Plötzlichkeit seiner Wirkung durch die Art der Aufhängung und die Einschaltung eines geeigneten Ankerseiles geschwächt sein muss.

4. Periode der eigentlichen Landung; sie besteht in der Entleerung des Ballons, welche unmittelbar, nachdem der Anker sitzt, mit Hilfe des grossen oberen Ventils vorgenommen werden muss.

Mit dem Versprechen einer demnächstigen Beschreibung neuer Anker-, Ventil-, Landungszaum-, Aufhängungs- etc. Modelle, die sämmtlich sich bei der Probe bewährt hätten, schliesst der obige Aufsatz.

Es folgen die Berichte über mehrere von den Herren Anatole Brissonnet, James Bloch und M. Brissonnet père ausgeführte Luftfahrten, deren erste am 26. Juni 1885 mit dem für die russische Regierung gebauten Ballon „La ville de St. Pétersbourg“ in Begleitung des Generals Boreskoff stattfand. Mit soviel Vergnügen man die zahlreichen Berichte derart im Aéronaute liest, ebensoviel Bedauern muss man empfinden, dass bei uns die Luftschifffahrt noch gar nicht recht über den alten Blanchard'schen Standpunkt, gekennzeichnet durch den Vers:

Au champ de Mars il s'envola,
Au champ voisin il resta là,

hinaus will. Aber ein dauernder Umschwung kann hierin nur ganz allmählich sich vollziehen.

Zum Schluss bespricht Herr Bourbouze zwei der Akademie der Wissenschaften von ihm vorgelegte neue Hygrometermodelle. —

Heft 10 derselben Zeitschrift bringt zunächst einen Artikel von Herrn Louis Rameau, in dem die Spionenfurcht mächtig spukt, der daher ein Stimmungsbild giebt, ohne es zu wollen, im Uebrigen bedeutungslos ist; sodann einen Aufsatz eines Herrn Paul Valer: „Ueber die Schraubenpropeller“. Der Verfasser bezieht sich auf eine dem Referenten unbekannte Schrift von M. Antoine, Marine-Ingenieur, vom Jahre 1880, und sucht nachzuweisen, resp. weist nach, dass deren Formeln, auf den bekannten Ballon Dupuy de Lômes angewandt, Resultate geben, die mit den Erfahrungen sehr wohl übereinstimmen. Ohne die Antoine'sche Arbeit selbst kann man aber bei der grossen Menge von Zahlenkoëffizienten hiervon keine genügende Anschauung erhalten.

Es soll doch übrigens beiläufig hier hervorgehoben werden, dass bei den geringen in Betracht kommenden Geschwindigkeiten (gering nämlich im Vergleich mit der Schallgeschwindigkeit) die für eine im Wasser bewegte Schraube, wofern dieselbe tief genug eintaucht, geltenden Formeln ganz ohne Weiteres auch für in Luft bewegte gelten, wie das aus allgemeinen Prinzipien der Hydrodynamik folgt. Referent hat daher auch den Experimenten der Gebrüder Tissandier in dieser Hinsicht nicht die Bedeutung beigelegt, welche ihnen viele Leute beimessen.

Die Anwendung der Formeln des Herrn Antoine auf die Aërodynamik, sowie sie Valer giebt, hat indessen Werth aus dem Grunde, weil es überhaupt ein Beispiel für die Brauchbarkeit einer Formel über die Propellerschraube ist. Und an zu-

verlässigen Messungen, die man für die Kontrolle der Rechnung brauchen könnte, besteht hierbei leider kein Ueberfluss.

Im Novemberheft (Nr. 11) giebt Gabriel Yon eine Beschreibung der von ihm im Auftrage der russischen Regierung angefertigten „Feldballons“ (aérostats captifs transportables), so wie er sie letzten Sommer auch schon an die italienische Regierung geliefert hat. Wir entnehmen daraus das Folgende:

Sie bestehen im Wesentlichen aus drei Theilen:

„Erstens: Der Gasentwickler. Derselbe liefert ununterbrochen und schnell reines Wasserstoffgas. Er ist auf einem vierrädrigen Wagen befestigt und besteht aus einem Sieder aus Eisenblech, der mit Blei ausgefüttert ist, um dem Angriff der Säure zu widerstehen; er ist überragt von einem zur Aufnahme der Eisenspähne dienenden Schlunde und ist hydraulisch verschlossen.

Wasser und Säure, die zur Gaserzeugung erforderlich, werden in dem gewünschten Verhältnisse gemischt und hineingetrieben durch Pumpen, die durch einen kleinen Dampfmotor bewegt werden, und werden bald darauf in Gestalt von Eisensulfat wieder entfernt. Jene Dampfmaschine wird durch eine Verbindungsröhre von gummirter Leinwand aus dem Kessel der später zu besprechenden Maschine gespeist.

Das Gas strömt, nachdem es den Sieder verlassen, in den Wascher und brodelt dort in beständig erneuertem Wasser. Dieses schafft eine besondere Pumpe herbei, die mit der Treibstange des Motors verbunden ist. Von dort begiebt es sich zum Trockner, der aus zwei Behältern mit kaustischer Soda und mit Chlorkalzium besteht, und setzt von dort durch einen beweglichen gefirnissten seidenen Schlauch seinen Weg zum Ballon fort. Das Gewicht dieses Gefährtes, das das chemische Material nebst allem Zubehör enthält, beträgt 2800 kg, das Volumen des in der Stunde gelieferten reinen Wasserstoffgases 250 bis 300 cbm.

Zweitens: Die für die Handhabung des Kabels dienende Dampfwinde ist gleichfalls auf Räder gesetzt. Sie umfasst zunächst einen aufrechtstehenden Kessel mit Röhren nach dem System Field, der den Dampf für eine zweizylindrige Maschine liefert. Diese treibt eine Welle, deren Kurbeln zu einander senkrecht stehen. Auf und an dieser Welle befindet sich ein System von Zahnrädern, welches die Bewegung der Kabeltrommel unter Einschiebung einer allseitig verschiebbaren Rolle mittheilt. Dazu kommt eine Luftbremse, um die Steiggeschwindigkeit des Ballons zu mässigen, und eine Blockbremse zum Anhalten.

All' dieses zusammen wiegt 2500 kg, während die von der Maschine entwickelte Kraft 5 Pferdestärken beträgt.

Drittens: Der Ballon ist aus chinesischer Seide, 500 cbm gross, in einem Netz aus neapolitanischem Hanf befestigt. Der Stoff ist mittelst eines besonderen Leinölfirnisses undurchdringlich gemacht, während das Netz und die Aufhängungstheile durch Tränkung mit Katechu vor Fäulniss geschützt sind. Die Ventile sind aus Holz und Metall und vollständig gedichtet. . . . .

Die Aufhängung der Gondel ist eine kardanische und gestattet ihr daher, die senkrechte Lage zu bewahren, wie schief der Ballon auch geneigt sein möge. Ein Dynamometer verbindet das Kabel mit dem Ganzen und zeigt in jedem Augenblicke den aus dem Auftrieb und dem Winddruck zusammengesetzten Zug an.

Das Kabel ist 500 m lang, ist mit Telephonleitung durchzogen und versehen mit einem Siemens'schen Telephon, dessen Verbindung über Bürsten an der Kabeltrommel hinweg zur Gondelaufhängung geht, sodass bei jeder beliebigen Höhe

zwischen den Aëronauten und den zu unterrichtenden Offizieren Verbindung besteht. Das gesammte Ballonmaterial ist auf einem dritten vierrädrigen Karren untergebracht, welcher sammt Inhalt 2200 kg wiegt.

Bei jedem Ballonpark ist also ein Gesammtgewicht von 7500 kg auf besonderen Wagen zu transportiren, während man das Uebrige, Kohle, Eisen, Säure, auf gewöhnlichen Wagen unterbringen kann.

Die Inbetriebsetzung im Kriegsfalle muss in der Nähe eines Flusses, Sees, Teiches, Sumpfes oder Brunnens erfolgen, um die Saugpumpen da hineinzusenken... —

Ich glaube, dass die angestellten Versuche, Dank der hohen Protektion des Grossfürsten Wladimir, dahin führen werden, dass die Regierung des Zaren mich nächstens mit dem Baue von Dampf-Lufttorpedos von grosser Geschwindigkeit und langer Dauer, deren Entwurf ich eben beendigt habe, betrauen wird.“ —

Hieran schliesst sich noch nachstehender Bericht des Herrn Louis Godard:

„Die Versuche mit dem für die russische Regierung von H. Gabriel Yon hergestellten Ballonmaterial endigten mit einer freien Auffahrt.

Der Ballon wurde am 24. September trotz des sehr schlechten Wetters in 2 Stunden und 40 Minuten (640 cbm) gefüllt, machte des Abends drei Auffahrten am Seil auf 450 m Höhe und wurde darauf, um zu übernachten, verankert.

Am folgenden Tage, dem 25., machte man 7 Auffahrten am Seile, während deren Hr. Lair einige photograhische Versuche vornahm. Darauf bereitete man den Ballon für eine freie Fahrt vor.

Die Abfahrt geschah um 4 Uhr 30 Minuten unter Yon's Leitung mit mir und General Boreskoff.

Bei der Abfahrt hatten wir 79 kg Ballast, Auftrieb 8 kg etc. . . . Der Wind erreichte bei der Landung eine Geschwindigkeit von 8 bis 9 m. Dank den neuen Mitteln zum Anhalten wurden wir nicht geschleift. Zu dieser Zeit hatten wir noch 48 kg Ballast.“ — —

Das Dezemberheft (No. 12) endlich bringt ausser einigen lesenswerthen Auffahrtsberichten eine Besprechung des sogenannten „gaz à l'eau“, d. h. der Erzeugung von Wasserstoffgas dadurch, dass man Wasserdampf über glühende Kohlen streichen lässt und das erhaltene Gemenge von Wasserstoff und Kohlenoxyd durch neuen Zusatz von überhitztem Wasserdampf in Wasserstoff und Kohlensäure verwandelt. Indem man dann auf bekannte Weisen die Kohlensäure absorbiren lässt, erhält man das Wasserstoffgas im erwünschten Zustande der Reinheit. Eine Tonne Koks soll 3200 cbm Wasserstoff liefern und die Herstellungskosten desselben sich angeblich auf nur 1,2 Pfennig für den Kubikmeter belaufen. Gerlach.

Ausstellung zu Liverpool im Jahre 1886.

Dem Deutschen Verein zur Förderung der Luftschifffahrt ist durch Herrn Brearey das Programm zugegangen für die aëronautische Sektion der internationalen Ausstellung für Schifffahrt, Reise, Handel und Manufaktur, welche im Mai d. J. in Liverpool eröffnet werden soll. In Nachstehendem theilen wir unsern Lesern eine Uebersetzung dieses Programmes mit:

Internationale Ausstellung für Schifffahrt, Reise, Handel und Manufaktur. Liverpool 1886.

Unter dem Schutz Ihrer Majestät der Königin. Präsident Se. Kgl. Hoheit der Prinz von Wales. Vorsitzender David Radcliffe, Bürgermeister von Liverpool.

Die aëronautische Sektion steht unter der Leitung des Herrn Fred. W. Brearey, dem Ehrensekretair der Aëronautical Society of Great Britain (Maidenstone Hill, Blackheath, London S. E.). Alle Mittheilungen etc., die Sektion betreffend, sind an diesen Herrn zu richten. Bewerbungen um Ausstellungsraum können nur bis zum 1. März berücksichtigt werden.

Die Ausstellungsgegenstände umfassen:

1. Modelle und Zeichnungen, ausschliesslich nur für mechanische Luftschifffahrt.
2. Modelle und Zeichnungen zur Ausführung der Luftschifffahrt mit theilweiser Schwebkraft und auf theilweise mechanischem Wege.
3. Modelle, welche jedes der beiden genannten Objekte erklären, dabei aber im Stande sind, zu fliegen und ihre eigene Bewegungskraft mit sich zu führen.
4. Maschinen, die nach einem System erbaut sind, welches nach den von dem Erfinder zu erläuternden Grundsätzen geeignet sein soll, einen Menschen zu tragen.

   NB. Die Verwendbarkeit kann auch durch das Fliegenlassen eines ähnlichen Modells erläutert werden, welches genügende Tragfähigkeit besitzen muss, um darnach ein Urtheil über die wahrscheinliche Wirkung einer grossen Maschine bilden zu können, wenn dieselbe mit hinreichender Kraft für Haltung und Fortbewegung, sei es durch Hand oder mechanischen Betrieb, ausgerüstet wird.
5. Leichte Motoren.

   NB. Wenn es auch bekannt ist, dass leichte Motoren noch für andere Zwecke, als die Luftschifffahrt, gewünscht werden, so ist doch die allergrösste Leichtigkeit Vorbedingung, damit der Motor der Aëronautik dienen kann.
6. Ballons, sowohl lenkbare wie andere.
7. Ballonmaterial und Gegenstände für die Lenkbarmachung oder dergleichen Aehnliches.
8. Drachen oder andere Gegenstände ähnlicher Art, welche auf der See als Lebensretter dienen können, sei es durch Zug (Traction) oder auf andere Weise.
9. Messinstrumente und Maschinen, die für das Studium und die Lösung des Problems der Luftschifffahrt von Nutzen sein können.
10. Sonstige Gegenstände, welche für Luftschiffer von Interesse sind.

Gas wird frei für genehmigte aëronautische Experimente geliefert.

Die urkundliche Versicherung des Handelsgerichtes, die nicht patentirten Erfindungen zu beschützen etc., ist gemäss dem Beschlusse von 1883 bewilligt und es können Kopieen derselben mit Auszügen aus dem Beschlusse auf Verlangen zugesandt werden.

Samuel Lee Bapty, General-Superintendent.
A 11 Exchange Bulding, Liverpool.

Druck von Otto Elsner, Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Gneisenau-Strasse 28.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

V. Jahrgang. **1886.** **Heft II.**

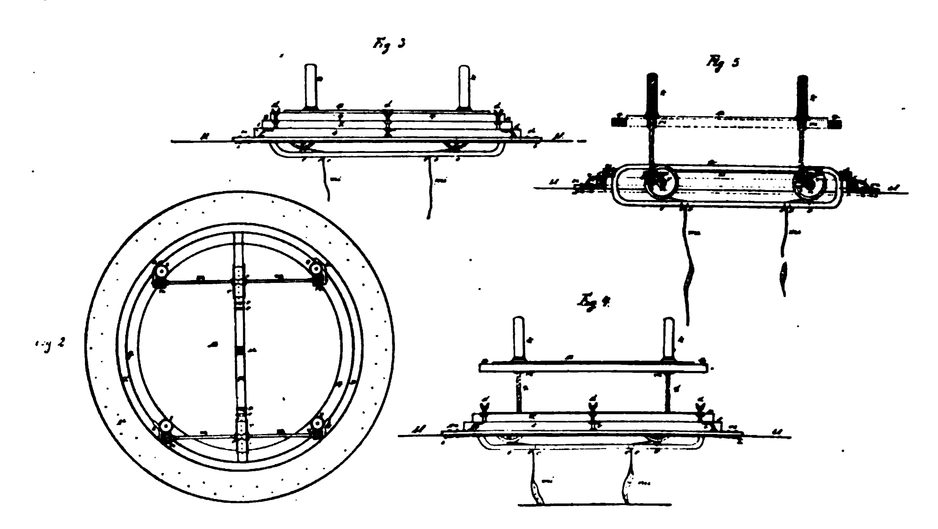
Ueber Ballonventile.

Von Ingenieur-Aëronaut **G. Rodeck.**

Es ist bereits in dem vortrefflichen Werke des Herrn Lieutenant Moedebeck: „Die Luftschifffahrt etc." das Thema: „Ballonventile" sehr eingehend und sachgemäss behandelt worden, weshalb es nicht meine Absicht ist, die verschiedenen Systeme von Ballonventilen hier in beschreibender Weise vorzuführen. Vielmehr soll in dem Folgenden die Frage der Zweckmässigkeit einzelner Konstruktionen, ganz besonders aber des Patent-Ventils des Herrn Lüllemann-Hamburg, vom praktischen Standpunkte aus beleuchtet werden. Die „Ventilfrage", mit deren praktischem Studium ich mich sehr speziell beschäftigt habe, wird, so lange nur vermöge des Gasballons die Durchschiffung des Luftozeans möglich ist, stets ein interessantes und wichtiges Merkmal in der Aëronautik bleiben. Leider ist dieser so hauptsächliche Konstruktionstheil des Ballons bis in neuere Zeit sehr stiefmütterlich behandelt worden und es dürfte auch heute noch wünschenswerth sein, dass dem Ballonventil namentlich seitens der Berufsluftschiffer mehr Aufmerksamkeit und Sorgfalt zugewendet würde. Bekanntlich hängt nicht nur die Sicherheit der Insassen eines Ballons, sondern auch die Dauer der Fahrt und die Manövrirfähigkeit des unlenkbaren Aërostaten von dem Umstande wesentlich ab, dass das Ventil zweckentsprechend funktionirt. Wenn seitens französischer Militäraëronauten der Grundsatz: „Niemals am Ventil rühren" — aufgestellt wird, so kann ich zu Folge gemachter Erfahrungen dieser Ansicht nicht voll-

kommen beipflichten. Bei Fahrten im Hochsommer z. B., in grösseren Höhen, (ich spreche hier von etwa 4000 m aufwärts,) ereignet es sich, dass bei leichter veränderlicher Bewölkung das schnelle „Aufbrennen“ der Sonnenwärme auf die Ballonhülle das Gas derartig plötzlich und heftig in Expansion versetzt, dass unbedingt das Ventil „gelüftet“ werden muss, oft zu mehreren Malen. Ganz selbstverständlich darf man von dem gewissenhaften Ballonführer voraussetzen, dass derselbe mit Mässigkeit und Oekonomie dabei verfahren wird. Ein Uebelstand, dessen Abhilfe wünschenswerth und möglich wäre, ist die Thatsache, dass beim jedesmaligen „Lüften“ das leichteste und tragfähigste Ballongas verloren geht. Bei grösseren Ballons, welche für längere Reisen bestimmt sind, dürfte daher die Anbringung eines besonderen kleineren Ventils am unteren Theile des Ballons zweckmässig erscheinen, auch dürfte für diesen Zweck die Idee, den Ballon „auszupumpen“ vermittelst eines Exhaustors, wie Ingenieur Haenlein vorschlägt, hier passende Anwendung finden. Eine weitere Mangelhaftigkeit der meisten Ballonventile besteht darin, dass nach erfolgtem Gasauslassen die Verkittung beim Oeffnen der Klappe zerrissen wird und der gasdichte Schluss in Folge dessen zerstört ist. —

Um das Ventil, System Lüllemann, näher zu beschreiben, bediene ich mich hierbei des wörtlichen Inhalts der Patentschrift (D. R. P. Nr. 32 949) und sind auch unter derselben Buchstabenbezeichnung (unter Weglassung der Fig. 1) die Figuren 2, 3, 4 und 5 wiedergegeben.



Es folgt die Patentschrift im Wortlaut:

J. C. Alb. Lüllemann in Hamburg.

Ballonventil.

Patentirt im Deutschen Reiche vom 7. März 1885 ab.

Dieses neue Ballonventil soll an Stelle der sehr unzuverlässigen, durch Witterungsverhältnisse u. dergl. beeinflussbaren Ballonventile der bisher bestehenden Kon-

struktionen treten. In der Praxis der Luftschifffahrt sind bis jetzt insbesondere die gewöhnlichen Klappenventile angewendet, welche entweder eine oder zwei oder mehrere Klappen haben, welche durch Gummizüge oder Metallfedern zugehalten und durch Anziehen der Zugleinen geöffnet werden.

Das vorliegende Ventil bezw. das Gehäuse desselben kann aus Metall oder auch aus Holz angefertigt sein. In kaum 1/2 Minute kann man das Ventil in den Ventillagerring des Ballons gasdicht einsetzen oder aus diesem herausnehmen. Das Gehäuse bildet die äussere Umhüllung des Bewegungsmechanismus des Ventiles; es besteht aus drei Theilen, welche in folgender Weise zusammengesetzt sind: erstens dem sogenannten Lagerring *s* mit weitestem Durchmesser, auf welchem als zweiter Theil der Einsatzring *x* mit geringerem Durchmesser ruht. Den dritten Theil bildet der noch engere Ring *q*, welcher, mit dem Deckel *a* verbunden, den oberen Schluss des Ventiles bildet und die Stelle der bei gewöhnlichen Ventilen üblichen Klappe vertritt. Jeder dieser drei Ringe ist aus vier rechtwinklig zu einander stehenden Flächen zusammengesetzt, welche gelöthet sind und wodurch bei geringem Gewicht den Ringen eine bedeutende Stabilität verliehen wird.

Der untere Lagerring *s* ist mit einem breiten Rande versehen und an dem Ballonstoff vermittelst zahlreicher kleiner Mutterschrauben *o i* gasdicht befestigt, so zwar, dass die Ballonhülle *b l* zwischen dem Ringe *s* und dem Ringe *i* gasdicht durch die Mutterschrauben festgeklemmt ist. Der Ring *s* ist als Lagerring für das eigentliche Ventil zu betrachten; letzteres beginnt erst mit dem Einsatzring *x*, dessen äussere untere Peripherie eine mit einem Gummiring ausgelegte Vertiefung hat, welche auf dem etwas erhabenen scharfkantigen Rande der inneren unteren Peripherie des Ringes *s* aufliegt. Ebenso konstruirt ist der obere Deckelring *q*, dessen äusserer unterer Rand bezw. Kante ebenfalls eine mit einem Gummiring ausgelegte Vertiefung hat, welche, wenn das Ventil geschlossen ist, auf den erhabenen scharfen Rand des Ringes *x* an der inneren oberen Kante aufliegt. Das Einsetzen des Ventiles in den Ballon kann vor Beginn der jedesmaligen Füllung des Ballons geschehen und wird dadurch bewirkt, dass auf den Lagerring *s* der Einsatzring *x* mit Zubehör gepasst und beide Theile durch die Flügelmutterschrauben *d* an einander geschraubt und so gasdicht befestigt werden.

Der Mechanismus, welcher das Funktioniren des Ventiles, d. h. das Oeffnen und Schliessen desselben, welches durch Heben und Senken des Deckelringes *q* bewirkt wird, hervorbringt, liegt im Innern des Gehäuses, ist daher vor Witterungs- und anderen Einflüssen geschützt und am Einsatzring *x* befestigt. Das Heben und Senken des Deckelringes wird auf folgende Weise erzielt: In je zwei der innerhalb des sogenannten Einsatzringes *x* in quadratischen Abständen von einander vertheilten, an *x* befestigten Lagern *e* ist eine Stahlwelle *m* eingesetzt, an deren äusseren Enden unbeweglich je eine Stahlschnecke *n* befestigt ist. Ausserdem ist in jedes der vier Lager noch eine Spindelschraubenwelle *z* eingesetzt, welche die senkrechte Achse des rechtwinklig am unteren Theil derselben befestigten Zahnrades *c* bildet. *c* ist unbeweglich an *z* befestigt und haben die Zähne der Zahnräder *c* Fühlung mit den anliegenden Spiralgängen der Schnecken *n*. Demnach ist die Stellung der Zahnräder *c* zu den Schnecken *n* eine derartige (s. Zeichnung), dass eine gleichmässige und gleichzeitige Drehung der Wellen *m* auf die Zahnräder *c* übertragen wird und somit auch die vier Spindelschraubenwellen *z* in gleiche Rotation versetzt werden.

Die um ihre Höhenachsen rotirenden Schraubenspindeln *z* laufen durch die im Deckelring *q* eingesetzten Büchsen *r i* und endigen oberhalb der letzteren mit je einer breiten Mutterschraube.

Je in der Mitte der beiden aus bestem englischen Federstahl gefertigten Wellen *m* ist eine ca. 3 cm breite Rolle *r* unbeweglich befestigt. Um die Rolle herum sind in gleichmässiger Entfernung von einander winklig eingelöthete kurze Stahldorne angebracht. Ueber diese beiden sogenannten Dornenrollen *r* läuft ein Riemen *m i* aus Kernleder, welcher durchgängig in der Mitte mit kleinen Löchern versehen ist; die Dorne der Rolle *r* passen in dieselben, so dass beim Anziehen des Riemens *m i* nach der einen oder der anderen Seite die Rollen mit ihren Wellen in gleichmässige Umdrehung versetzt werden.

Innerhalb des Einsatzringes *x* ist eine Riemenführung *p* angebracht; dieselbe enthält mehrere kleinere Rollen *o*, sowie die Spange *u*, durch welche der Riemen läuft und so eine sichere Führung erhält, wobei jeder Dorn der Rollen *r* einsetzen muss.

Infolge der vorbeschriebenen Konstruktion des Bewegungsmechanismus des Ventiles wird durch Anziehen des Riemens an dem einen oder dem anderen Ende bewirkt, dass der Deckelring *q* sich hebt oder senkt, wodurch das Ventil geöffnet oder geschlossen wird.

Um einer Verunreinigung der Spindelschraubenbüchsen vorzubeugen und die naturgemäss bei denselben entstehende Gasundichtigkeit zu beseitigen, ist über jede dieser Büchsen ein kurzes Metallröhrchen *k*, eine sogenannte Dichtungshülse, geschraubt.

Als Ventilkrone ist bei der vorliegenden Konstruktion der Ring *s*, über welchen der Ventilring des Ballonnetzes gespannt wird, zu betrachten. Letzterer wird vermittelst der Klappscharniere *r* (sind mit Bajonnetverschluss eingerichtet) an *s* befestigt.

Statt des Zugriemens *m i*, welcher hier die Stelle der sonst üblichen Leine vertritt, kann der Betrieb auch mit einer leichten Gliederkette eingerichtet werden.

Das Ventil kann eventuell auch umgekehrt in den Ballon eingesetzt werden (wobei nur einige unwesentliche Veränderungen der Detailkonstruktionstheile erforderlich sind), so dass bei Oeffnung des Ventiles der Deckelring nach abwärts, bei Schliessung desselben aber nach aufwärts bewegt wird.

Patent-Anspruch:

Ein Ballonventil, bestehend aus drei Ringen *s*, *x* und *q*, dessen oberer, mit dem Verschlussdeckel *a* versehener Ring *q* mit Hülfe eines Schneckengetriebes *r*, *m*, *n*, *c*, *z* (Fig. 2) und zweier Riemen *m i* gehoben und gesenkt werden kann, wodurch das Oeffnen und Schliessen des Ventils bewirkt wird.

Kommen wir nun auf verschiedene Einzelheiten des Ventils, welche verdienen, hervorgehoben zu werden, zurück.

Als ein besonderer Vorzug des Lüllemann'schen Ballonventils darf das sichere und zuverlässige Funktioniren desselben angesehen werden. Ich konnte diese Ueberzeugung insofern gewinnen, als seit vorigem Jahre bereits in meinen sämmtlichen Ballons an Stelle der früheren unpraktischen Doppel-

Klappen-Ventile diese neuen Patentventile eingesetzt wurden und bis heute sehr befriedigend sich bewährt haben.

Bei allen Ballon-Ventilen, wo die Bewegung der Schlussklappen durch Feder- oder Gummizugkraft bewirkt wird, ist stets eine gewisse Gefahr, dass Witterungseinflüsse oder innere Fehler des Materials dieser Theile ein „Versagen“ herbeiführen können, vorhanden.

Ein weiterer entschiedener Vorzug des Systems L. besteht daher in der einfachen direkt mechanischen „Oeffnung“ und „Schliessung“ der Deckelklappe. Der vollständig vor Witterungseinflüssen geschützt liegende Bewegungsmechanismus des Ventils ist derartig leicht zu handtiren, dass eine grosse persönliche Kraftanstrengung, wie bei grösseren Klappenventilen, nicht erforderlich ist, ein Umstand, der besonders bei sehr grossen Ballons bemerkenswerthe Schwierigkeiten schafft, indem hierbei eine grössere Klappenfläche vorhanden und der Gasdruck sowie die Druck- resp. Zugkraft der Feder- bez. Gummispannung bedeutender ist. Da zur Regierung selbst grösserer Ventile des L.-System's verhältnissmässig sehr geringe Kraftanwendung erforderlich ist, so verringert sich auch hierbei die Gefahr, dass das Ventil an der Hülle herausgerissen wird.

Das „Landen“ eines Ballons stellt gleichzeitig eine mehrfache Anforderung an die Aufmerksamkeit sowohl, als auch an die Thätigkeit des Ballonführers. Derselbe soll hierbei das Terrain vor und unter sich im Auge haben, das „fliegende Papier“ oder aber das Barometer beobachten, Anker und Ballast bereit halten und eventuell auch auf das vorschriftsmässige Verhalten etwaiger Passagiere achten — schliesslich und hauptsächlich das Ventil der Situation entsprechend dirigiren. Da das Ventil Lüllemann's in jeder Weite geöffnet stehen bleibt, ohne weitere Berührung der Zugriemen, so ist der Luftschiffer nicht gezwungen, beim Landen beständig die Zugriemen zu halten, kann aber, sofern unvorhergesehene Ereignisse eintreten, welche z. B. Fortsetzung der Fahrt oder Mässigung des Falles gebieten, durch einen einzigen Griff das Ventil sofort wieder gasdicht schliessen.

Auf Anregung des Chefs der deutschen Militär-Aëronautik, Herrn Major Buchholtz, hat Herr Lüllemann einen Signal- resp. Kontrolapparat an seinem Ventile angebracht; zwei Glocken, die eine helltönend, die andere von dumpfem Klange, lassen den Aëronauten „hören“, wie weit jederzeit das Ventil geöffnet bez. geschlossen ist. Es ist dies eine Einrichtung, welche, speziell bei Nachtfahrten, für die sichere Leitung des Ballons durchaus nothwendig ist und welche selbst dadurch, dass der „befahrene Aëronaut“ den Ventilzug „im Griff“ hat, wie man zu sagen pflegt, nicht überflüssig gemacht wird. An Stelle der gewöhnlichen Schlag-Glocken kann auch ein elektrisches Läutewerk hier angebracht werden, wie Herr Major Buchholtz vorgeschlagen.

Das Lüllemann'sche Ballonventil vereinigt in sich in einfachster Weise die Eigenschaften des Systems Jobert (Paris). Jobert's Ventil hat die unter

Umständen bei gewissen Eventualitäten der Landung gefährliche Unvollkommenheit, dass das grosse doppelklappige Hauptventil, nachdem es geöffnet, von der Gondel aus nicht wieder geschlossen werden kann. Auch die in Frankreich gebräuchlichen sog. Tubenventile (siehe Moedebeck's „Die Luftschifffahrt“) haben die Unzweckmässigkeit, dass der „Schluss“ durch Gummibänder bewirkt wird. Da beim System L. die Dichtigkeit des Schlusses nicht durch Verkittung der Schlussränder erzielt, sondern durch das starke Aufpressen des Rundstabs an der Peripherie der Deckelklappe auf die Kautschukeinlage bewirkt wird, so kann ohne Besorgniss für das fernere Dichthalten des Ventils dasselbe jederzeit geöffnet und geschlossen werden. Die genannten Eigenschaften des Ventils im Verein mit der grossen Leichtigkeit desselben gestatten, in einem kleinen Ballon ein verhältnissmässig sehr grosses Ventil anzuwenden. Zum Beispiel besitze ich einen Ballon von 350 kbm Inhalt, dessen Ventil einen lichten Durchmesser von 1 m hat. Nur in geringer Höhe über der Erde öffne ich dasselbe vollständig und bedarf dann (ich verwende diesen Ballon speziell zu Sattelfahrten) keines Ankers, da der Ballon fast augenblicklich „ausbaucht“ und mehr als Fallschirm denn als Ballon wirkend die Erde erreicht.

Wie bereits in der Patentschrift bemerkt, kann das Lüllemann'sche Ventil auch umgekehrt, d. h. so in den Ballon eingesetzt werden, dass die Deckelklappe beim Oeffnen nach innen sich bewegt. In diesem Falle ist zum Schutz gegen Nässe ein aus Ballonstoff hergestelltes Regendach auf dem Gehäuse befestigt, die Zugriemen laufen nicht durch den Ballonraum, sondern erstrecken sich über zwei am Gehäuse befestigte, über das Netz nach der Gondel hinunter laufende Rollen. Durch diese Einrichtung ist die Möglichkeit inhibirt, dass bei der Füllung des Ballons unabsichtlich das Ventil sich öffnet in Folge Festklemmung der Zugriemen durch die Stoffmasse, auch kann so eine Verwicklung der Zugriemen im Ballon nicht stattfinden. Die Befestigung des Ventillagers in den Ballonstoff wird entweder in der alten Weise, durch kleine Mutterschrauben, oder dadurch, dass in den Stoff ein starker Metalldrahtreifen eingenäht und beide Ränder des Ventillagers durch sechs oder acht Schraubenbolzen auf den Stoff, mit ihren inneren Peripherien an den Drahtreifen schliessend, gepresst resp. geklemmt werden, ausgeführt.

Die Lüllemann'schen Ballonventile werden unter persönlicher Leitung des Erfinders in Hamburg angefertigt und sorgfältigst von Herrn Lüllemann, welcher selbst an Luftreisen theilgenommen hat und so die Sache praktisch beurtheilen lernte, konstruirt. Als Material für die äusseren Gefässtheile fand bisher besonders Weissblech, Kupferblech oder Holz Verwendung.

Die hölzernen Ventile werden nicht aus Holzfourniren, sondern aus massiv gebogenen Holzringen hergestellt und wird für deren Dauerhaftigkeit eine fünf- bis zehnjährige Garantie geleistet.

Ueber die Möglichkeit des persönlichen Kunstfluges

von Ernst Freiherr von **Wechmar.**

Die hohe kulturelle Bedeutung jeden Fortschrittes auf dem Gebiete der Flugtechnik zur Lösung des Flugproblems findet gewiss allseitige Anerkennung und Verständniss. Dass diese Lösung überaus schwierig ist; dass sie bei plötzlichem Vollzuge nothwendig zu einer Katastrophe, zu einem vollständigen Umschwunge der bestehenden staatlichen und gesellschaftlichen Verhältnisse führen würde; dass dies aber nicht zu erwarten ist, sondern vielmehr auch hier voraussichtlich ein allmäliger Uebergang stattfinden wird und die Entwickelung und Vervollkommnung der Flugtechnik sonach bei der grossen Schwierigkeit des zu lösenden Problems Zeit bedarf, — hierüber ist sich heutzutage wohl jeder Denkende klar.

In der Regel nun wird das Gebiet der Flugtechnik mit dem der Luftschifffahrt identifizirt. Die Möglichkeit und Ausführbarkeit des persönlichen Kunstfluges findet wenigstens zur Zeit noch allgemein eine skeptische Auffassung. Wäre dies nicht der Fall, so müsste dem persönlichen Kunstfluge auf dem Gebiete der Flugtechnik eine ebenso koordinirte Stellung zur Aëronautik zuerkannt werden, wie dies auf dem Gebiete der Schwimmtechnik der Fall ist, wo das persönliche Schwimmen und die eigentliche Nautik ebenfalls zwei ganz verschiedene Begriffe bilden und dieselben in einem durchaus koordinirten Verhältnisse zu einander stehen.

Nun unterliegt es zwar keinem Zweifel, dass die Aëronautik in gedachter Vollkommenheit zur Beherrschung des Luftozeans eine analoge Bedeutung, wie die Nautik zur Schiffbarmachung der Meere hat, und zur Beherrschung dieser Elemente durch den Menschen der persönliche Kunstflug, der Aëronautik gegenüber, nur einen untergeordneten Rang einnehmen könnte; ebenso etwa wie auf dem Gebiete der Schwimmtechnik das persönliche Schwimmen gegenüber der Nautik.

Immerhin aber ist die Aëronautik weitaus noch nicht in ein Stadium getreten, um die Erfolge derselben auch nur im entferntesten mit denen der Nautik auf gleiche Stufe stellen zu können, und selbst wenn dieser Fall einmal eintreten sollte, so würde der persönliche Kunstflug — die Möglichkeit und Ausführbarkeit desselben vorausgesetzt — gewiss nicht minder geschätzt und gepflegt werden, wie dies heute bezüglich des Schwimmens geschieht.

Die Lösung des Flugproblems in dieser Richtung, als eine physische Freimachung des Menschen von der Erdscholle und die Beherrschung des Luftelements bis zu einem gewissen Grade — gleich dem Vogel in der Luft — wäre in jedem Falle von einer zivilisatorischen Bedeutung sondergleichen; ganz besonders aber dann, wenn dies Problem zu einer Zeit seine Lösung finden würde, wo die Beherrschung des Luftozeans durch die Aëronautik noch unwesentliche Erfolge aufzuweisen hat.

Wenn dem Menschen das Fliegen mittels eines den natürlichen Bewegungsorganen der Vögel und sonstigen Flugthieren kunstgerecht nachgebildeten Flugapparates ermöglicht würde, so möchte ausser diesem angedeuteten mehr idealen, zivilisatorischen Fortschritte der Menschheit sicher auch so mancher praktische Nutzen für dieselbe sich ergeben. Ich will hier nur hinweisen auf die vollständige Umgestaltung, welche die Kriegführung dadurch erfahren würde, wenn eine grössere Anzahl von ausgebildeten Freifliegern, oder ein mit Munition, Sprenggeschossen, Kanonenrohren etc. beladenes Luftschiff durch die Vorspannsleistung mehrerer Freiflieger in feste Plätze oder mitten in die feindliche Armee und deren Flanken dirigirt, und wenn andererseits aus blokirten Plätzen der Nachrichtendienst etc. direkt durch Freiflieger besorgt werden könnte. (!) —

Findet auch die Möglichkeit und Ausführbarkeit des persönlichen Kunstfluges zur Zeit noch im Allgemeinen eine skeptische Auffassung, und ist es schwierig und gewagt, an althergebrachten Vorurtheilen zu rütteln, so giebt es doch andererseits vorurtheilsfreie Denker, die einen regen Sinn für die Ergründung und Begründung des Rechtes und der Wahrheit haben. An diese nun dachte ich und wandte ich mich, als ich in einer kürzlich veröffentlichten Schrift: „Fundamentalsätze der Flugtechnik, Leitfaden zur Orientirung auf diesem Gebiete, besonders für den gebildeten Laien“, — nebst der Aëronautik auch die Möglichkeit und Ausführbarkeit des persönlichen Kunstfluges besprach und eingehend behandelte. Wiewohl diese Schrift im Allgemeinen eine unerwartet günstige Aufnahme gefunden, so konnte es doch nicht fehlen, dass dieselbe von einem Skeptiker, und zwar natürlich von einem „Fachmann“ einer abfälligen Kritik unterzogen wurde, die — was die Hauptsache — von einer ganz unrichtigen, vorurtheilsvollen Auffassung zeugte.

Dieser Umstand bewog mich, im Interesse der Sache, für dieselbe einzutreten, und hieraus entwickelte sich eine zwischen gedachtem Rezensenten und mir geführte Disputation über die Möglichkeit des persönlichen Kunstfluges. Ich wüsste nicht den Gegenstand zur selbstständigen Beurtheilung des sich für die Sache interessirenden Lesers besser vorzuführen, als durch Bekanntgabe der von gegnerischer Seite gegen die Möglichkeit des Kunstfluges erhobenen Einwände und der von mir geführten Vertheidigung meiner Sache und lasse daher diese Disputation wortgetreu hier folgen.

Die von dem betreffenden Herrn Rezensenten in No. 6 der österreichischen Militärzeitschrift „Vedette“ vom 20. Januar d. J. über meine Schrift gefällte Kritik lautete folgendermaassen:

Fundamentalsätze der Flugtechnik von Ernst Freiherr von Wechmar. Wien 1886, Spielhagen & Schurich. Der Verfasser versucht die richtigen Grundsätze, auf welche die mechanische Lösung des Flugproblems jedenfalls zu basiren sein wird, aufzustellen und benutzt zu dieser Zusammenstellung die Werke und Schriften von Helmholtz, Marey, Pettigrew, de Lucy etc. mit Verständniss. Die Grundsätze sind richtig. Die Flugfrage kann thatsächlich nur gelösst werden, wenn man endlich nicht weiter

daran denkt, den Aërostaten lenkbar zu machen, ebenso erfolglos wird es sein, den dauernden Flug nur durch dynamische Kraft erzielen zu wollen, ohne die Beschaffenheit des Flugkörpers, dem Fluggesetz entsprechend, nach Gewicht und Form zu gestalten, was durch Verbindung des Ballons mit der dynamischen Maschine unter Aufrechterhaltung des Grundsatzes, dass der Apparat schwerer als die Luft, die er verdrängt, zu sein hat, vielleicht möglich werden wird. Nur auf so fester Grundlage darf man weiterbauen, so sagt ganz richtig der Herr Verfasser, und kaum hat er diesen Vorsatz ausgesprochen, so beeilt er sich, durch seine Ausführungen über das persönliche Fliegen den Beweis zu liefern, dass er gar nicht daran denkt, diese Lehre selbst zu befolgen. Der Herr Verfasser giebt sich der Hoffnung hin, dass die Geschicklichkeit in der Anwendung von dem Menschen angepasster künstlicher Flugorgane vollauf genügen werde, ihn bei guter Anleitung das Fliegen zu lernen, er liess sich sogar einen Apparat, der dieses bewerkstelligen könne, patentiren. Er hält Geschicklichkeit geeignet, die nothwendige Kraft zu ersetzen. Einen so gewaltigen Irrthum, einen solchen Verstoss gegen die Axiome der Mechanik muss man um so mehr bedauern, als die Broschüre sonst wirklich Bemerkenswerthes bietet. Wir möchten dem Herrn Verfasser rathen, auch der neueren Litteratur über die Luftschifffahrt dieselbe Aufmerksamkeit zuzuwenden, welche er älteren Werken widmete — er wird seinen Irrthum bald einsehen. Insbesondere empfehlen wir ihm Professor Willner's in Brünn bedeutende Arbeit „Ueber die Möglichkeit der Luftschifffahrt“ und speziell das darin enthaltene Kapitel, über das Fliegen des Menschen. Uebrigens wollen wir durch diese Bemerkungen den Herrn Verfasser keineswegs davon abhalten, seine Versuche auf diesem Gebiete fortzusetzen, ist es doch immer erfreulich, wenn denkende Männer die Frage der Luftschifffahrt ihrer Aufmerksamkeit würdig erachten.

Die total unrichtige Auffassung meiner klar und deutlich gegebenen Ausführungen über die Möglichkeit und Ausführbarkeit des persönlichen Kunstfluges veranlasste mich, wie gesagt, um der Sache willen für dieselbe einzutreten, und ich richtete an die Redaktion genannter Zeitschrift folgende in No. 8 vom 27. Januar d. J. enthaltene Zuschrift:

Hochgeehrter Herr Redakteur! In Nummer 6 Ihrer geschätzten Zeitschrift vom 20. d. M. waren Sie so freundlich, meine Schrift: „Fundamentalsätze der Flugtechnik“ einer Besprechung unterziehen zu lassen. Vielleicht gestatten Sie mir im Interesse der Sache eine kurze Richtigstellung. Der Herr Rezensent behauptet nämlich wörtlich, dass ich mich „der Hoffnung hingebe, dass die Geschicklichkeit in der Anwendung von dem Menschen angepasster künstlicher Flugorgane vollauf genügen werde, ihn bei guter Anleitung das Fliegen zu lernen . . . Er hält Geschicklichkeit geeignet, die nothwendige Kraft zu ersetzen.“ Die Annahme des Herrn Rezensenten ist eine durchaus irrige, und es ist mir geradezu unerfindlich, woher er dieselbe herleitet, da ich mir nicht im geringsten bewusst bin, an irgend einer Stelle der Schrift Anlass dazu geboten zu haben. Ich habe vielmehr nachgewiesen, dass die für den Kunstflug durch die Muskelkraft der Arme und Beine nothwendig zu erzeugende Kraft, wie allerdings auch die Geschicklichkeit nur durch systematische Uebung zu erreichen möglich sein würde. Auch bildet, wie ich ausgeführt, die durch Uebung zu erwerbende Kraft und Geschicklichkeit, der mechanischen Arbeitsleistung einer Maschine gegenüber, so variable und unsichere Werthe für das mathematische Kalkül, dass

dieselben nicht wohl zur Grundlage einer sicheren Bemessung für die Arbeitsleistung den bestehenden fixen mechanischen Daten gegenüber dienen können. Als Jedermann verständliches Beispiel hierfür will ich hier nur erinnern, dass bei Erlernung des Schwimmens ein schwaches Kind durch Uebung die Kraft und Geschicklichkeit erlangt, sich auf der Oberfläche des Wassers zu erhalten und durch eine beträchtliche Anzahl von Stössen eine Strecke weit fortzuschwimmen, während ein Riese an Kraft, dem es an Uebung gebricht, bekanntlich trotz aller Anstrengung untergeht und am wenigsten im Stande ist, eine annähernd gleiche Anzahl von Stössen auszuführen. Mein Flugapparat bezweckt übrigens dreierlei, nämlich: 1. Einen Ersatz zu schaffen für die den Vögeln und sonstigen Flugthieren von Natur verliehenen, uns aber fehlenden Flugorgane; 2. das spezifische Körpergewicht des Menschen zu verbessern, und 3. die zur Erlernung nöthigen Mittel und Vorkehrungen zu bieten, um die Uebungen zum Fliegen ebenso gefahrlos und systematisch betreiben zu können wie beim Schwimmunterricht. Ich überlasse übrigens getrost dem unparteiischen Leser die Beurtheilung, ob der Präzeptorton des Herrn Rezensenten und dessen Vorwurf einseitiger Kenntniss und Behandlung der Litteratur auf dem Gebiete der Flugtechnik gerechtfertigt ist, da ich vielmehr glaube, abgesehen von den gebotenen, wesentlich neuen Ideen, durch umfassende Behandlung der einschlägigen Litteratur einen orientirenden Leitfaden sowohl für den Fachmann wie für den Laien geschaffen zu haben, an dem es leider bisher zum grossen Nachtheile für die Sache gänzlich gebrach.

Genehmigen etc.

Wien, den 20 Jänner 1886. E. v. Wechmar.

Hierauf folgte nun in No. 9 vom 31. Januar d. J. folgende Erwiderung:

„In Bezug auf die in unserer letzten Nummer veröffentlichte Gegenrezension über die Fundamentalsätze der Flugtechnik von Freiherrn v. Wechmar erhalten wir nachstehende Erwiderung: Der Herr Verfasser der Broschüre „Fundamentalsätze der Flugtechnik“ behauptet ja doch, dass er es durch seinen patentirten Apparat ermöglichen werde, den Menschen das Fliegen dadurch zu erlernen, dass sie sich mit diesem Apparat belasten und die Funktionen desselben einüben. Statt über diese Behauptung, wie er es zu thun beliebt, nutzlos zu argumentiren, was niemals zu einem beweiskräftigen Urtheil zu führen vermag, blättern wir einmal in dem Einmaleins der Mechanik, und da finden wir gleich im Eingang den Satz: Dass um ein Gewicht (eine Last) zu heben, es nothwendig sei, dieser Last eine Kraft gegenüberzustellen, welche mindestens um eine Differentiale grösser zu sein hat als der Gravitationsdruck der Last thatsächlich beträgt. Diesen einfachen Satz auf den Apparat des Herrn Freih. v. Wechmar angewendet, müsste derselbe also fähig sein, um nach aufwärts zu fliegen, was ja doch nur fortgesetztes Heben in die Luft ist, das Gewicht des Menschen, also zirka 60 Kilogramm, dann das Gewicht des Apparates, nehmen wir es mit 15 Kilogramm an, somit zusammen 75 Kilogramm in die Luft zu heben. Nehmen wir weiter an, es soll die Geschwindigkeit der Hebung per Sekunde einen Meter betragen — für einen Flieger eine sehr bescheidene Anforderung — so müsste, um den mechanischen Gesetzen zu entsprechen, dem Gravitationsgewichte des fliegenwollenden Menschen von 75 Kilogramm eine Arbeitsgrösse von 75 Meterkilogramm per Sekunde, das ist eine volle Pferdekraft, gegenübergestellt werden, und dabei ist die für das Gelingen günstige Voraussetzung zu machen, dass die Maschine so

glücklich konstruirt wäre, dass sie einen Nutzeffekt von 100% liefert, während praktisch bekanntlich selten mehr als 25% zu erzielen sind. Die Arbeitskraft, die im Menschen aufgespeichert ist, beträgt bei normaler Anstrengung 10 Meterkilogramm per Sekunde, nur für Momente ist er fähig, das Doppelte zu leisten, im allergünstigsten Falle also ein Fünftel Pferdekraft, während er rechnungsmässig eine volle Pferdekraft mindestens bedürfen würde, um sich in die Luft zu heben. Nach den Annahmen des Herrn Frh. v. Wechmar und bei Berücksichtigung des thatsächlichen Krafterfordernisses müssten daher $^4/_5$ der nothwendigen Kraft durch Geschicklichkeit ersetzt werden! oder durch was sonst? Wir hoffen, dass diese einfache Rechnung den Herrn Verfasser überzeugen wird, es sei sein fliegender Mensch noch so lange ein Absurdum, als er seine Maschine auf die Muskelkraft des Menschen allein basirt; erst dann, wenn er daran geht, durch Regulirung des spezifischen Gewichts des Flugkörpers die aktive Muskelkraft der passiven Schwerkraft gleich zu machen, indem er dem Menschen, den er das Fliegen lernen will, an einen gasgefüllten Ballon hängt, welcher mindestens 70 Kilogramm des Menschen- und Apparatgewichtes eliminirt, erst dann wird die aktive Kraft des Menschen ausreichen können, die verbleibende restliche Last recht langsam zu heben. Der Herr Verfasser reflektirt selbst darauf, dass er durch Verbesserung des spezifischen Gewichts des Menschen den Effekt seines Apparates zu steigern vermöge, aber er denkt den hierin liegenden gesunden Gedanken nicht aus, indem er, wie aus der Beschreibung hervorgeht, nur daran denkt, den Körper des fliegenden Menschen mit einem Luftpolster zu umgeben, was einer Regulirung des spezifischen Gewichtes nach der vorhandenen Triebkraft nicht gleich ist. Das Schwimmen im Wasser kann mit dem Schwimmen in der Luft nur dann ein analoges werden, wenn die Gewichtsverhältnisse der Medien und der Schwimmkörper gleich werden. Der Mensch ist beinahe genau so schwer, als die Menge des Wassers, welche sein Körper verdrängt, er bedarf also, um zu schwimmen, gar keiner Kraft, was ja jeder Schwimmer schon erfahren hat, wenn er sich auf den Rücken legt und vermag daher seine ganze Muskelkraft dem Vorwärtsschwimmen zuzuwenden. Will aber der Mensch in der Luft schwimmen, so stellt es sich heraus, dass das Gewicht der Luft, welche sein Körper verdrängt, nur $^1/_{730}$ seines Eigengewichtes beträgt, er also im Vergleich zum Schwimmer im Wasser gerade 730mal schlechter daran ist, und somit, wenn er dennoch gewillt ist, seine Absicht durchzuführen, durch das archimedische Naturgesetz belehrt wird, welche Grösse seine durch Gasauftrieb herbeizuführende Entlastung betragen müsse, damit er dem Schwimmer im Wasser gleich werde. Nur die Rechnung allein vermag richtige Ideen zu bestätigen, und sie ist es auch, die alle Illusionen erbarmungslos zerstreut. Der Herr Verfasser der Broschüre „Fundamentalsätze der Flugtechnik“ möge uns daher verzeihen, wenn wir, durch die Rechnung eines besseren belehrt, unmöglich in der Lage sind, seine Fundamentalsätze als solche anzuerkennen — es bedürfte da noch einer sehr intensiven Sichtung der Spreu von den Weizenkörnern, um das Buch, als was es sich giebt, vor dem Forum der Kritik gelten lassen zu können. Fundamentalsätze müssen auf erwiesenen Thatsachen basiren. Hypothesen in solche hineinzuweben geht durchaus nicht an, besonders aber, wenn sie auf so schwachen Füssen stehen wie die, dass die eigene Kraft des Menschen ausreicht, ihn fliegen zu lassen; hierzu bedarf er leider einer ergänzenden Kraft, die die Natur den Flugthieren in dem ihrer Muskelkraft angepassten spezifischen Gewichte bereits gegeben hat.

(Schluss folgt.)

Ueber die mittlere horizontale Geschwindigkeit und die Temperaturverhältnisse der Luftströmungen in höheren Regionen.

Von **Karl Brug**, Premier-Lieutenant.

Um mich über die mittlere horizontale Geschwindigkeit und die Temperaturverhältnisse der Luftströmungen in höheren Regionen zu orientiren, stellte ich vorerst die in der Beilage verzeichneten 91 freien Ballonfahrten aus dem Jahre 1882 chronologisch geordnet zusammen. Eine weit grössere Zahl Luftreisen wurden wohl in dem genannten Jahre unternommen; aber leider standen mir nur die diesbezüglichen Daten aus der französischen Zeitschrift „L'Aéronaute", welche vielfach für meinen Zweck zu dürftig gehalten waren, sowie das Fahrtenbuch des deutschen Luftschiffers Herrn Opitz zur Verfügung. Ich werde indess meine Sammelthätigkeit sowohl für das Jahr 1882 als insbesondere für die nachfolgenden Jahre fortsetzen und hoffe aus Tabellen, welche ähnlich der vorliegenden für eine Reihe von Jahren ausgearbeitet sind, ein annähernd richtiges Bild von der mittleren horiz. Geschwindigkeit der Luftströmungen in den höheren Regionen zu erhalten. Solches zu erfahren, erscheint mir um so begehrenswerther, als der französische Militär-Aëronaut Herr Kapitain Ch. Renard die Behauptung aufstellte, dass er mit einem lenkbaren Luftschiffe von 10,0 m Eigengeschwindigkeit an den meisten Tagen des Jahres in jedweder Richtung fahren könne. Die Resultate der anliegenden Tabelle bestätigen dieses allerdings. Wenn aber Renard Recht hat, dann dürfte die Lösung des Problemes des lenkbaren Luftfahrzeuges in nicht allzu weite Ferne gerückt sein. Militärischen Zwecken kann ein derartiges Luftschiff jedenfalls sehr viel nützen. Es besteht kaum ein Zweifel, dass der Renard'sche Ballon eine Eigengeschwindigkeit von etwas über 6,0 m pro Sekunde besitzt und eine solche von 10,0 m noch erreichen wird. Diese Geschwindigkeit von 10,0 m wird aber zugleich die Maximalgrenze bilden, welche mit Luftballons nie sehr bedeutend überschritten werden kann, da die Ballonhülle eben auch eine Festigkeitsgrenze besitzt, welche beim Widerstand gegen Luft von besagter Geschwindigkeit erreicht sein dürfte.

Bei näherer Betrachtung der anliegenden Tabelle ergiebt sich, dass $^{2}/_{3}$ der verzeichneten Fahrten in Windströmungen von unter 10,0 m mittlerer horizontaler Geschwindigkeit unternommen worden sind. Leider konnte aus dem vorhandenen Materiale nicht ermittelt werden, in welchem Maasse die Geschwindigkeit des Windes mit der Höhe sich ändert. In den meisten Fällen scheint die Luftgeschwindigkeit mit der Höhe zu wachsen. Dieses geht sowohl aus der Betrachtung der verschiedenen in der Zeitschrift L'Aéronaute veröffentlichten Diagramme, sowie der Flugkurve der „Barbara" vom 10. December 1885 hervor, als auch Renard dieser Anschauung in seinen praktischen Versuchen beipflichtet, indem er die Fahrten mit

seinem lenkbaren Ballon in keiner grösseren Höhe als 400—600 m über der Erde ausführt, gerade hoch genug, um bei Einwirkung von Oberwind nicht Gefahr zu laufen, sofort gegen den Boden oder erhöhte Gegenstände geworfen zu werden. Einen Spielraum von einigen 100 m, in welcher Zone sich das Luftschiff auf- und abwärts bewegen darf, wird auch der geschickteste operirende Aëronaut beanspruchen müssen.

Augenfällig ist in der anliegenden Tabelle, dass die Sommermonate und voran der Monat Juni verhältnissmässig sehr viele Tage aufweisen, an welchen kolossale Windgeschwindigkeiten herrschten. Ein selten eintretender Fall dürfte die Luftgeschwindigkeit von 52 m pro Sekunde der Fahrt No. 91 sein.

Was das Verhalten des Thermometers in den Windströmungen der hohen Regionen anbelangt, so gestehe ich offen, dass ich den vorliegenden Angaben nicht allzusehr traue. Denn, inwieweit die Instrumente gegen den Einfluss der Insolation geschützt waren, lässt sich eben nicht feststellen. Immerhin bieten die vorgetragenen Daten einiges Interessante; so die geringe Temperaturabnahme, resp. die häufige Temperaturzunahme der höheren Luftschichten an den Tagen mit bedecktem Himmel; dann die sehr oft auftretende Erscheinung, dass die Temperatur nicht proportional der Höhe abnimmt, namentlich dann nicht, wenn eine Wolkenschicht von grösserer Ausdehnung über der Erde lagert; ferner die auffällig rasche Temperaturabnahme nach oben bei der Fahrt No. 87 etc.

Berlin, im Februar 1886.

Freie Ballon-Fahrten aus dem Jahre 1882.

a. Lfd. No. der vorgetragenen Fahrten	b. Monate, in welch. d. Fahrten unternommen wurden	c. Anzahl der Fahrten	d. Windgeschwindigkeiten unter 10 m Fahrten	Tage	zw. 10 u. 20 m Fahrten	Tage	über 20 m Fahrten	Tage
1	Januar	1	1	1	—	—	—	—
2—3	Februar	2	2	2	—	—	—	—
4—5	März	2	1	1	—	—	1	1
6—10	April	5	5	5	—	—	—	—
11—21	Mai	11	11	7	—	—	—	—
22—39	Juni	18	7	7	7	6	4	2
40—58	Juli	19	9	8	10	5	—	—
59—72	August	14	9	8	3	3	2	2
73—82	September	10	8	8	2	1	—	—
83—90	Oktober	8	7	3	—	—	1	1
91	November	1	—	—	—	—	1	1
			60	50	22	15	9	7

Laufende No.	Datum. 1882. Monat.	Tag.	Luftschiffer.	Abfahrt. Zeit.	Abfahrt. Ort.	Landung. Zeit.	Landung. Ort.
1	Januar	25.	Mr. Wilfrid de Fonvielle. Mr. Brissonnet (fils).	N. 2 h. 40 m.	Paris, Gasanstalt von Villette.	N. 4 h. 30 m.	Sannois.
2	Februar	9.	Mr. Jovis. Mr. Sencier.	V. 11 h. 15 m.	do.	N. 6 h — m.	Belloy.
3	„	12.	Mr. Valés. Mr. Leclerc.	N. 2 h. 27 m.	do.	N. 4 h. 10 m.	Louvres (Seine et Oise).
4	März	28.	Mr. Jovis. Mr. Ginisly.	N. 5 h. — m.	Menton.	N. 5 h. 15 m.	Mittelländ. Meer.
5	„	30.	Hr. Opitz.	N. 6 h. — m.	NeueWelt(Rixdorf) b. Berlin.	N. 6 h. 40 m.	Kaulsdorf.
6	April	7.	do.	N. 6 h. 5 m.	do.	N. 7 h. — m.	Nieder-Schönhausen.
7	„	10.	do.	N. 6 h. 10 m.	do.	N. 6 h. 35 m.	Pankow.
8	„	17.	do.	N. 6 h. — m.	do.	N. 6 h. 30 m.	Steglitz.
9	„	20.	Hr. Opitz. Hr. Heydemann.	N. 6 h. — m.	do.	N. 7 h. — m.	Charlottenburg.
10	„	27.	Hr. Opitz.	N. 6 h. 5 m.	do.	N. 6 h. 40 m.	Friedrichsberg.
11	Mai	4.	Hr. Opitz. Hr. Schütz.	N. 6 h. — m.	do.	N. 7 h. 30 m.	Rüdersdorfer Kalkberge.
12	„	4.	Mr. Lebreton.	N. 4 h. 15 m.	Luneray (la Seine-infer.).	N. 4 h. 29 m.	Gueures.
13	„	7.	Mr. Brissonnet (fils).	N. 4 h. 45 m.	Livry (Seine et Oise)	N. 6 h. — m.	Plateau de Villiers.
14	„	7.	Mr. Valés. Mr. Desmarets.	N. 5 h. 5 m.	Montereau.	—	
15	„	7.	Hr. Opitz.	N. 6 h. 5 m.	NeueWelt(Rixdorf) b. Berlin.	N. 7 h. 20 m.	Henningsdorf.
16	„	10.	Hr. Opitz. Hr. Weimar.	N. 6 h. 10 m.	do.	N. 6 h. 25 m.	Friedenau.
17	„	13.	Hr. Opitz.	N. 6 h. 15 m.	do.	N. 6 h. 30 m.	Britz.
18	„	20.	Mr. Brissonnet (fils).	N. 6 h. — m	Auxerre.	N. 6 h. 40 m.	Bussy bei Loigny.

Zeitdauer der Fahrt in Minuten.	Zurückgelegter Weg in Kilom.	Mittlere Horizont. Geschwindigkeit pro Sekunde in m.	Maximalhöhe der Flugbahn in m.	Verhalten des Thermometers. Station.	°C.	Bemerkungen.
110	11	1,7	625	In 180 m Höhe (direkt unter den Wolken)	— 1°	Das Luftschiff hatte direkt über den Wolken eine grössere Geschwindigkeit als letztere.
				In 200 bis 575 m Höhe (in den Wolken)	— 5°	Die Reisenden erblickten hier das Phänomen: L'auérole des aérostates.
				In 575 bis 625 m Höhe (über d. Wolken, Sonnenschein)	— 3°	
405	28	1,2	1200	Bei der Abfahrt (bedeckter Himmel)	— 4°	Die Wolken befanden sich in der Zone von 350 bis 950 m.
				Ueber den Wolken (in 950 m Höhe hellerSonnenschein)	+ 10°	
107	24	3,9	1000	In 1000 m Höhe	+ 12°	—
15	20	22,2	—	—	—	1 Stunde nach der Landung im Meere wurden die Reisenden von einem Schiffe aufgenommen. (le cône ancre hatte sich bewährt.)
40	12	5	800	Bei der Abfahrt	+ 14°	Bewölkter Himmel.
				In 800 m Höhe	+ 11°	
55	12	3,6	550	Bei der Abfahrt	+ 15°	Regnerischer Tag.
				In 550 m Höhe	+ 12°	
25	9	6	1300	Bei der Abfahrt	+ 11°	Bewölkter Himmel.
				In 1300 m Höhe	+ 9°	
30	9	5	800	—	—	Witterung: schön.
60	11	3	1600	—	—	do.
35	5	2,4	2000	—	—	Bedeckter Himmel.
90	28	5,2	3000	—	—	do.
14	1,5	1,8	900	—	—	Montgolfière: Vidouvillaise.
75	11	2,4	—	—	—	—
90	20	3,7	1450	Bei der Abfahrt	+ 22°	—
				In 1450 m Höhe	+ 12°	
75	13	3	2700	—	—	Stellenweise bewölkter Himmel.
15	6	6,6	1000	—	—	Witterung: klar.
15	3,5	4	1300	Bei der Abfahrt	+ 20°	Bedeckter Himmel.
				In 1300 m Höhe	+ 21°	
40	20	8,3	2400	Bei der Abfahrt	+ 20°	—
				Um 6 h. 14 m. in 1350 m Höhe	+ 11°	
				Um 6 h. 15 m. in 1400 m Höhe	+ 10°	
				Um 6 h. 18 m. in 1800 m Höhe	+ 7°	
				Um 6 h. 37 m. in 850 m Höhe	+ 12°	

Laufende No.	Datum. 1882. Monat.	Tag.	Luftschiffer.	Abfahrt. Zeit.	Abfahrt. Ort.	Landung. Zeit.	Landung. Ort.
20	Mai	27.	Hr. Opitz. Hr. Schulz.	N. 6 h. 5 m.	NeueWelt(Rixdorf) b. Berlin.	N. 7 h. — m.	Malsdorf.
21	„	31.	Hr. Opitz.	N. 6 h. 5 m.	do.	N. 6 h. 55 m.	Weissensee.
22	Juni	5.	Mr. Jules Godard.	N. 8 h. — m.	Châteaudun.	N. 8 h. 20 m.	Réclainville.
23	„	„	Mr. Jovis. Mr. Willent-Bordogni.	N. 3 h. 25 m.	Châteauroux.	N. 6 h. 25 m.	Précy.
24	„	„	Mr. Duruof.	N. 6 h. 5 m.	Nanterre.	N. 6 h. 28 m.	Croix-de St.-Marc.
25	„	„	Mr. Camille Dartois. Mr. Victor Serrin.	N. 7 h. 35 m.	Neuilly-en-Thelle.	N. 8 h. 20 m.	Fresnoy-le-Luat, zwischen Crépy-en-Valois und Nanteuil-le-Haudouin.
26	„	7.	Hr. Opitz.	N. 6 h. 10 m.	NeueWelt(Rixdorf) b. Berlin.	N. 7 h. 20 m.	Hoenow.
27	„	10.	Mr. Simmons.	N. 1 h. — m.	Maden, Grafschaft Sussex.	—	Tilloy-les-Mofflaines.
28	„	11.	Mr. Brissonnet (fils). Mr. Maupas.	N. 4 h. 5 m.	Chaumont (Haute-Marne)	N. 5 h. 25 m.	Bourguignau-les-Morey (Haute-Saone)
29	„	11.	Mr. Lachambre. Mr. Boury.	N. 5 h. — m.	Péronne.	N. 6 h. 30 m.	Ribémont.
30	„	11.	Mr. Maquelin.	N. 3 h. 30 m.	St. Lô.	N. 4 h. 15 m.	Montchamp (Arrondissement de Vire Calvados).
31	„	11.	Mr. Lhoste.	N. 6 h. 45 m.	St. Omer.	N. 7 h. 30 m.	Mortier.
32	„	14.	Hr. Opitz.	N. 6 h. 20 m.	NeueWelt(Rixdorf) b. Berlin.	N. 6 h. 45 m.	Tegler Schiessplatz b. Berlin.
33	„	18.	Mr. Longueville. Mr. Beguin.	V. 11 h. 30 m.	Paris, Gasanst. von Villette.	N. 1 h. 15 m.	Francières (Oise).
34	„	20.	Mr. Beguin. Mr. Longueville.	V. 11 h. — m.	do.	N. 1 h. 20 m.	Bei Compiègne
35	„	21.	Hr. Opitz.	N. 6 h. 20 m.	NeueWelt(Rixdorf) b. Berlin.	N. 7 h. — m.	Hermsdorf.

Zeitdauer der Fahrt in Minuten.	Zurückgelegter Weg in Kilom.	Mittlere Horizont. Geschwindigkeit pro Sekunde in m.	Maximalhöhe der Flugbahn in m.	Verhalten des Thermometers. Station.	°C.	Bemerkungen.
55	14	4,3	1500	—	—	Warmer Regen.
50	9	3	2700	—	—	Stellenweise bewölkter Himmel.
20	35	26,3	1200	—	—	Beim Landen wurde der Ballon beschädigt.
180	270	25,0	2100	In 2100 m Höhe do. Hygrometer: 66°	+ 26°	Landung ohne Unfall.
23	35	25,4	1000	—	—	Landung nach 2 km Schleiffahrt ohne Unfall.
45	40	15	—	—	—	Herrlicher Sonnenschein.
70	17	4	1100	Bei der Abfahrt In 1100 m Höhe	+ 26° + 20°	Stellenweise bedeckter Himmel.
—	—	19,5	—	—	—	Fahrt von Calais bis Arras = 100 Kilom. in 90 Minuten.
80	65	13,5	1700	Bei der Abfahrt In 1200 m Höhe In 1450 m Höhe	+ 20° + 9° + 8°	Witterung: Abwechselnd Niederschläge. — Landung nach 4 1/2 Kilom. Schleiffahrt ohne Unfall.
90	40	7,4	1800	—	—	—
45	60	22,2	2500	—	—	Witterung: Abwechselnd Niederschläge.
45	50	18,5	2400	—	—	Inhalt des Ballons: 350 kbm. Landung nach kurzer Schleiffahrt ohne Unfall. Um 6 h. 58 m. in 2400 m Höhe über den Wolken im herrlichsten Sonnenschein.
25	13	8,7	1300	—	—	Bedeckter Himmel.
105	100	16	1000	In den Wolken (bis 900 m) Ueber d. Wolken (üb. 900 m)	+ 15° + 25°	Bedeckter Himmel.
140	120	14,3	—	—	—	—
40	16	6,6	900	Bei der Abfahrt In 900 m Höhe	+ 23° + 17°	Zeitweise Regen.

Laufende No.	Datum. 1882. Monat.	Tag.	Luftschiffer.	Abfahrt. Zeit.	Abfahrt. Ort.	Landung. Zeit.	Landung. Ort.
36	Juni	22.	Mr. du Hauvel. Mr. Napoli. Mr. Drzewiecki.	V. 10h.55m.	Paris, Gasanst. von Villette.	N. 2 h. 5 m.	Blangy
37	„	22.	Mr. Carlier.	N. 1 h. 25 m.	do.	N. 2 h. 45 m.	Rantigny.
38	„	22.	Mr. Brunet. Mr. Eloy.	N. 3 h. 35 m.	do.	N. 6 h. 35 m.	Orrouer bei Courville (Eure-et-Loire)
39	„	28.	Hr. Opitz. Hr. Hugo Unterstein.	N. 6 h. 5 m.	NeueWelt(Rix- dorf) b. Berlin.	N. 7 h. 15 m.	Biesenthal.
40	Juli	2.	Mr. Lhoste.	N. 3 h. 10 m.	Chateau- Thierry.	N. 4 h. 15 m.	Monteuils (Seine- et-Marne)
41	„	2.	Mr. Porlié.	N. 5 h. — m.	Paris (Carré St. Martin)	N. 6 h. 10 m.	Epinettes bei Meaux.
42	„	5.	Hr. Opitz.	N. 6 h. — m.	NeueWelt(Rix- dorf) b. Berlin.	N. 6 h. 30 m.	Friedrichsberg
43	„	12.	do.	N. 6 h. 10 m.	do.	N. 6 h. 25 m.	Schmargen- dorf.
44	„	12.	Mr. Willent-Bordogni.	N. 6 h. 10 m.	Rennes.	N. 8 h. 5 m.	Selle bei Craon.
45	„	14.	Mr. Lair. Mr. Brunet. Mr. Eloy.	N. 6 h. 55 m.	Rouen.	N. 8 h. 25 m.	Mesnil- Réaume.
46	„	14.	Mr. Maquelin. Mr. Perrot.	do.	do.	N. 8 h. 30 m.	Cuverville sur Yères.
47	„	14.	Mr. Valés und dessen Frau.	do.	do.	N. 8 h. 35 m.	Taille mesnil.
48	„	14.	Mr. Eug. Godard.	N. 4 h. — m.	Paris (Esplanades des Invalides).	N. 6 h. 37 m.	Chery-Bara- thon bei Laon.

Zeitdauer der Fahrt in Minuten.	Zurückgelegter Weg in Kilom.	Mittlere Horizont. Geschwindigkeit pro Sekunde in m.	Maximalhöhe der Flugbahn in m.	Verhalten des Thermometers. Station.	°C.	Bemerkungen.
190	110	9,65	2000	Bei der Abfahrt Direkt über den Wolken (1800 m) (Hygrometer 38 % Feuchtigkeit) In 2000 m Höhe (1 h. 10 m.) Bei der Landung	+ 24,2 + 18° + 13° + 19°	Witterung: Bewölkter Himmel; zwei Luftströmungen in verschiedener Richtung über einander. Windgeschwindigkeit: bei der Abfahrt . . 6,22 m. in 1200 m Höhe . . 10,55 m. bei der Landung . . 10,00 m.
80	58	12	1800	—	—	—
180	100	9,2	2500	—	—	—
70	36,5	9	600	Bei der Abfahrt In 600 m Höhe	+ 26° + 22°	Witterung: regnerisch.
65	30	7,7	1950	—	—	Inhalt des Ballons 350 kbm. 400 m lange Schleiffahrt. In 1600 m Höhe: Wolken.
70	42	10	1500	—	—	—
30	5	2,8	1000	—	—	Witterung: klar.
15	8	8,8	1400	—	—	Witterung: hell.
115	60	8,7	—	In 1000 m Höhe (unter den Wolken) 6 h. 30 m. In 1200 m Höhe (Eintritt in die Wolken) 7 h. 10 m. In 1400 m Höhe (in den Wolken) 7 h. 20 m. In 1200 m Höhe (Austritt aus d. Wolken) 7 h. 30 m. In 800 m Höhe (nochmals in den Wolken) 7 h. 55 m.	+ 22° + 20° + 15° + 11° + 13°	—
90	105	13,5	—	—	—	Witterung: wenig Sonnenschein. Ballon flog nicht in gerader Richtung, sondern machte bedeutende Umwege.
95	81	14,2	—	—	—	do.
100	72	12,0	—	—	—	do.
157	120	12,7	3520	In 3520 m	+ 22°	In 3520 m Höhe war der Trommelschlag von der Erde herauf hörbar.

Laufende No.	Datum. 1882.		Luftschiffer.	Abfahrt.		Landung.	
	Monat.	Tag.		Zeit.	Ort.	Zeit.	Ort.
36	Juni	22.	Mr. du Hauvel. Mr. Napoli. Mr. Drzewiecki.	V. 10 h. 55 m.	Paris, Gasanst. von Villette.	N. 2 h. 5 m.	Blangy
37	„	22.	Mr. Carlier.	N. 1 h. 25 m.	do.	N. 2 h. 45 m.	Rantigny.
38	„	22.	Mr. Brunet. Mr. Eloy.	N. 3 h. 35 m.	do.	N. 6 h. 35 m.	Orrouer bei Courville (Eure-et-Loire)
39	„	28.	Hr. Opitz. Hr. Hugo Unterstein.	N. 6 h. 5 m.	NeueWelt(Rixdorf) b. Berlin.	N. 7 h. 15 m.	Biesenthal.
40	Juli	2.	Mr. Lhoste.	N. 3 h. 10 m.	Chateau-Thierry.	N. 4 h. 15 m.	Monteuils (Seine-et-Marne)
41	„	2.	Mr. Porlié.	N. 5 h. — m.	Paris (Carré St. Martin)	N. 6 h. 10 m.	Epinettes bei Meaux.
42	„	5.	Hr. Opitz.	N. 6 h. — m.	NeueWelt(Rixdorf) b. Berlin.	N. 6 h. 30 m.	Friedrichsberg
43	„	12.	do.	N. 6 h. 10 m.	do.	N. 6 h. 25 m.	Schmargendorf.
44	„	12.	Mr. Willent-Bordogni.	N. 6 h. 10 m.	Rennes.	N. 8 h. 5 m.	Selle bei Craon.
45	„	14.	Mr. Lair. Mr. Brunet. Mr. Eloy.	N. 6 h. 55 m.	Rouen.	N. 8 h. 25 m.	Mesnil-Réaume.
46	„	14.	Mr. Maquelin. Mr. Perrot.	do.	do.	N. 8 h. 30 m.	Cuverville sur Yères.
47	„	14.	Mr. Valés und dessen Frau.	do.	do.	N. 8 h. 35 m.	Taille mesnil.
48	„	14.	Mr. Eug. Godard.	N. 4 h. — m.	Paris (Esplanades des Invalides).	N. 6 h. 37 m.	Chery-Barathon bei Laon.

Zeitdauer der Fahrt in Minuten.	Zurückgelegter Weg in Kilom.	Mittlere Horizont. Geschwindigkeit pro Sekunde in m.	Maximalhöhe der Flugbahn in m.	Verhalten des Thermometers. Station.	°C.	Bemerkungen.
190	110	9,65	2000	Bei der Abfahrt Direkt über den Wolken (1800 m) (Hygrometer 38 % Feuchtigkeit) In 2000 m Höhe (1 h. 10 m.) Bei der Landung	+ 24,2 + 18° + 13° + 19°	Witterung: Bewölkter Himmel; zwei Luftströmungen in verschiedener Richtung über einander. Windgeschwindigkeit: bei der Abfahrt . . 6,22 m. in 1200 m Höhe . . 10,55 m. bei der Landung . . 10,00 m.
80	58	12	1800	—	—	—
180	100	9,2	2500	—	—	—
70	36,5	9	600	Bei der Abfahrt In 600 m Höhe	+ 26° + 22°	Witterung: regnerisch.
65	30	7,7	1950	—	—	Inhalt des Ballons 350 kbm. 400 m lange Schleiffahrt. In 1600 m Höhe: Wolken.
70	42	10	1500	—	—	—
30	5	2,8	1000	—	—	Witterung: klar.
15	8	8,8	1400	—	—	Witterung: hell.
115	60	8,7	—	In 1000 m Höhe (unter den Wolken) 6 h. 30 m. In 1200 m Höhe (Eintritt in die Wolken) 7 h. 10 m. In 1400 m Höhe (in den Wolken) 7 h. 20 m. In 1200 m Höhe (Austritt aus d. Wolken) 7 h. 30 m. In 800 m Höhe (nochmals in den Wolken) 7 h. 55 m.	+ 22° + 20° + 15° + 11° + 13°	—
90	105	13,5	—	—	—	Witterung: wenig Sonnenschein. Ballon flog nicht in gerader Richtung, sondern machte bedeutende Umwege.
95	81	14,2	—	—	—	do.
100	72	12,0	—	—	—	do.
157	120	12,7	3520	In 3520 m	+ 22°	In 3520 m Höhe war der Trommelschlag von der Erde herauf hörbar.

Laufende No.	Datum. 1882. Monat.	Tag.	Luftschiffer.	Abfahrt. Zeit.	Abfahrt. Ort.	Landung. Zeit.	Landung. Ort.
65	August	15.	Mr. Mallet.	N. 6 h. 35 m.	Pantin (Seine).	N. 6 h. 55 m.	Wald bei Plessis-Trévise.
66	„	15.	Mr. Brissonnet (fils). Hr. Silberer.	N. 6 h. — m.	Wien, Prater.	N. 7 h. 20 m.	2 Kilom. von Stetten.
67	„	17.	Hr. Opitz. Hr. Neumann.	N. 6 h. 10 m.	NeueWelt(Rixdorf) b. Berlin.	N. 7 h. 5 m.	Bernau.
68	„	20.	Mr. Letort. Mr. de Monnage.	N. 5 h. 15 m.	Chaumont (Haute-Marne)	N. 5 h. 41 m.	Biesles.
69	„	24.	Hr. Opitz. Hr. Müller.	N. 6 h. 20 m.	NeueWelt(Rixdorf) b. Berlin.	N. 6 h. 35 m	Lichtenberg bei Berlin.
70	„	27.	Mr. Letort.	N. 5 h. 15 m.	St. Ouen.	N. 6 h. 15 m.	Torcy bei Lagny.
71	„	27.	Mr. Lair.	N. 6 h. 15 m.	—	N. 6 h. 55 m.	Champigny-sur-Marne.
72	„	28.	Mr. Lair. Mr. et Mme. Brunet.	N. 4 h. 25 m.	Paris, Gasanst. von Villette.	N. 5 h. 25 m.	Choconin (Seine-et-Marne).
73	Septbr.	3.	Mr. Letort.	N. 5 h. 35 m.	L'ile St. Ouen.	N. 6 h. 10 m.	Tremblay (Seine-et-Marne).
74	„	3.	Mr. Lachambre. Mr. Gaudron.	N. 5 h. — m.	Charenton.	N. 6 h. 3 m.	Croix-Marie. 7—8 Kilom. von Meaux.
75	„	4.	Hr. Opitz. Hr. Rode.	N. 5 h. 30 m.	Schwedt a. O.	N. 6 h. 15 m.	Neu-Stettin.
76	„	9.	Mr. Gillon. Mr. Couteleau.	N. 2 h. 50 m.	Paris, la Place des Vosges.	N. 4 h. 15 m.	Bobigny.
77	„	11.	Hr. Opitz.	N. 5 h. 45 m.	Schwedt a. O.	N. 6 h. 25 m.	bei Schwedt.
78	„	16.	Mr. Eugène Valés. Mr. Bouchet.	N. 4 h. 30 m.	Paris, Gasanst. von Villette.	N. 6 h. 15 m.	Villiers-sur-Marne.
79	„	17.	Mr. Ch. Carlier.	V. 11h. 35m.	Paris, Gasanstalt von Villette.	N. 3 h. 30 m.	Chartrettes, Dorf, 2 km von der Station Bois-le-Roi.
80	„	18.	Hr. Opitz. Hr. Perl.	N. 5 h. 50 m.	Schwedt a./O.	N. 6 h. 20 m.	„Im Grund" bei Schwedt.

Zeitdauer der Fahrt in Minuten.	Zurückgelegter Weg in Kilom.	Mittlere Horizont. Geschwindigkeit pro Sekunde in m.	Maximalhöhe der Flugbahn in m.	Verhalten des Thermometers. Station.	°C.	Bemerkungen.
20	30	25	—	—	—	Aufstieg bei strömendem Regen.
80	40	8,3	1250	Bei der Abfahrt 6 h. 25 m. in 700 m Höhe	+ 30° + 25°	—
55	28	8,5	600	—	—	Witterung: Gewitterbildung.
26	13	8,3	1400	—	—	—
15	7	7,7	350	—	—	Witterung: trübe.
60	32	9,0	1000	—	—	—
40	20	8,3	1200	—	—	—
60	44	12,2	1200	Bei der Abfahrt In 1200 m Höhe	+ 21° + 12,5	Witterung: Gewitterbildung.
35	22	10,5	1200	—	—	—
63	45	12	3100	In 1630 m Höhe in d. Wolken In 3100 m Höhe üb. d. Wolken	+ 14°	—
45	12	4,4	1700	Bei der Abfahrt In 1700 m Höhe	+ 18° + 19°	Witterung: Regen.
85	6	2,2	1600	—	—	—
40	4	1,7	1300	—	—	Witterung: bedeckter Himmel.
105	38	4	900	—	—	Witterung: mit Wolken bedeckter Himmel. Wolken wurden überstiegen.
235	51	4,0	3150	In 1600 m Höhe in die Wolken In 3150 m Höhe (hoch über den Wolken)	+ 8° + 18°	In der Höhe von 3150 m konnte Carlier deutlich die Musik und das Pfeifen der Lokomotiven in Melun hören.
30	8	4,4	2000	—	—	Witterung: Schön.

Laufende No.	Datum. 1882. Monat.	Tag.	Luftschiffer.	Abfahrt. Zeit.	Abfahrt. Ort.	Landung. Zeit.	Landung. Ort.
81	Septemb.	19.	Mr. et Mme. Duruof mit 3 Passagieren.	N. 4 h. 30 m.	Paris (la rue Fontaine-au-Roi).	N. 5 h. 50 m.	Mennecy (Seine-et-Oise)
82	"	21.	Hr. Opitz. Hr. Dr. Friese.	N. 5 h. 30 m.	Schwedt a./Oder.	N. 5 h. 45 m.	bei Schwedt.
83	Oktober	1.	Mr. et Mme. Carlier. Mr. Willent-Bordogni.	V. 11h. 45 m.	Paris, Gasanstalt von Villette.	N. 2 h. 30 m.	Barberie (Oise)
84	"	8.	Mr. Jaubert. Mr. Bloch.	N. 4 h. 45 m.	Paris (la Place St.-Jacques).	N. 6 h. 10 m.	Goussainville.
85	"	8.	Mr. Lhoste.	N. 3 h. 30 m.	Biarritz (Basses-Pyrénées).	N. 6 h. — m.	Daz (Landes).
86	"	8.	Mr. Duruof.	N. 4 h. 55 m.	Paris.	N. 5 h. 40 m.	La Platte d'Oise bei Gonesse.
87	"	15.	Mr. Lhoste.	N. 3 h. 40 m.	Mouy.	N. 6 h. 30 m.	Moussy-le-neuf.
88	"	15.	Mr. Duruof mit 4 Passagieren.	N. 5 h. 5 m.	Paris.	N. 7 h. 45 m.	Chatelet, 12 km von Melun.

Zeitdauer der Fahrt in Minuten.	Zurückgelegter Weg in Kilom.	Mittlere Horizont. Geschwindigkeit pro Sekunde in m.	Maximalhöhe der Flugbahn in m.	Verhalten des Thermometers. Station.	°C.	Bemerkungen.
80	41	8,5	1280	4 h. 35 m. in 500 m Höhe	+ 16°	—
				5 h. 15 m. in 1000 m Höhe	+ 10°	
				5 h. 30 m. in 1150 m Höhe	+ 9°	
				5 h. 40 m. in 1280 m Höhe	+ 7°	
				5 h. 45 m. in 500 m Höhe	+ 10°	
				5 h. 50 m. Landung	+ 10°	
15	3	3,3	1250	—	—	—
165	60	6	1650	Um 12 h. in 300 m Höhe	+ 17°	—
				Von 400 bis 1000 m Höhe Wolken	+ 17°	
				12 h. 25 m. in 1000 m Höhe über den Wolken	+ 20°	
				1 h. in 1650 m Höhe	+ 20°	
				1 h. 30 m. in 1650 m Höhe L'auréole des aéronautes	—	
				2 h. in 1250 m Höhe	+ 20°	
				2 h. 10 m. in 900 m Höhe	+ 10°	
				2 h. 20 m. in 600 m Höhe	+ 9°	
				2 h. 30 m. Landung	+ 16°	
85	22	4,3	1400	—	—	—
150	60	6,6	—	—	—	—
45	15	5,5	2200	Bei der Abfahrt	+ 22°	—
				5 h. in 1100 m Höhe	+ 11°	
				5 h. 15 m. in 1800 m Höhe	+ 7°	
				5 h. 25 m. in 800 m Höhe	+ 11°	
				5 h. 35 m. in 150 m Höhe	+ 16°	
				Bei der Landung	+ 18°	
50	45	8,3	1400	Bei der Abfahrt	+ 12°	Die Windrichtung wechselte mehrmals in den verschiedenen Höhen.
				4 h. 15 m. in 800 m Höhe	+ 1°	
				4 h. 30 m. in 900 m Höhe	— 1°	
				4 h. 50 m. in 1300 m Höhe (nuage de glace)	— 3°	
				5 h. in 1400 m Höhe	— 5°	
				5 h. 30 m. in 800 m Höhe	— 2°	
				5 h. 45 m. in 600 m Höhe	— 1°	
				6 h. in 600 m Höhe	— 1°	
				6 h. 15 m. in 200 m Höhe	+ 2°	
160	60	6,0	2200	Bei der Abfahrt	+ 12°	do.
				5 h. 30 m. in 750 m Höhe	+ 6°	
				5 h. 40 m. in 450 m Höhe	+ 5°	
				5 h. 45 m. in 120 m Höhe	+ 6°	
				7 h. 35 m. in 2200 m Höhe (über d. Wolken Sternenhimmel)	- 1°	
				7 h. 40 m. in 1000 m Höhe (dicker Nebel)	+ 5°	
				7 h. 45 m. Landung	+ 11°	

Laufende No.	Datum. 1882. Monat.	Tag.	Luftschiffer.	Abfahrt. Zeit.	Ort.	Landung. Zeit.	Ort.
89	Oktober	15.	Mr. Lachambre. Mr. Faluba.	N. 5 h. — m.	Paris.	N. 6 h. 30 m.	Nangis bei Meaux.
90	„	22.	Mr. Brunet. Mr. Symon. Mr. Laville.	N. 3 h. 36 m.	Paris, Gasanstalt von Villette.	N. 4 h 15 m.	Congis bei Meaux.
91	Novemb.	1.	Mr. Mallet. Mr. Stiévenard.	N. 4 h. 30 m.	Paris (Asile Ste.-Anne).	N. 4 h. 55 m.	Villers-Cotterets (Aisne).

Mittheilungen aus Zeitschriften.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la Navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve. 19. Année. No. 1. Paris, Janvier 1886.

Das Januarheft des Aéronaute, der hiermit seinen 19. Jahrgang beginnt, bringt:

1. den Bericht des Kapitän Renard über die mit dem lenkbaren Ballon „La France“ bei Meudon angestellten Versuche (siehe hierüber Heft 12, 1885 der Zeitschrift des Vereins),
2. eine Regentabelle der ersten Hälfte des Jahres 1885 von Ch. du Hauvel, welche mit der nicht angegebenen des Jahres 1700 grosse Aehnlichkeit besitzen soll,
3. Sitzungsberichte und
4. verschiedene Bemerkungen.

Unter letzteren interessirt uns ein Bericht über die auf dem Tegeler Schiessplatze nach Ballons angestellten Schiessversuche, sowie die Bemerkung: „Nach dem Beispiel des deutschen Kriegsministers hat unser Generalstab eine Schiessschule in Aussicht genommen, auf welcher im Schiessen gegen gefesselte oder freie Militärballons unterwiesen werden soll.“

Die Schule zu Bourges würde das Personal an Mannschaften und Offizieren zu liefern haben, und die Versuche würden stattfinden im Lager von Chalons. Aber zu diesem Zwecke sind Geldbewilligungen vom Parlamente erforderlich.

Unter der Rubrik „Verschiedene Bemerkungen“ bringt das Heft folgende der wissenschaftlichen Zeitschrift „Cosmos“ entnommene Meinungsäusserung:

„Der neue Ballon, den man in Meudon baut, soll, wie man sagt, an Stelle des elektrischen Motors eine Dampfmaschine erhalten. Das wäre das von Giffard gepredigte System. Die Elektrizität würde verworfen werden, weil sie nur während einer begrenzten Zeit wirksam sein kann.“

Zeitdauer der Fahrt in Minuten.	Zurückgelegter Weg in Kilom.	Mittlere Horizont. Geschwindigkeit pro Sekunde in m.	Maximalhöhe der Flugbahn in m.	Verhalten des Thermometers. Station.	°C.	Bemerkungen.
90	48	8,8	2400	In 1800 m Höhe In 2400 m Höhe	— 3° + 7°	—
39	62	26	1900	—	—	Landung nach langer Schleiffahrt ohne weiteren Unfall.
25	fast 78	52	—	—	—	Während der Landung — nach 2 km Schleiffahrt — erlitt M. Stiévenard einige leichte Kontusionen.

„Sobald man sich nicht mehr scheut, einen Heerd unter dem Ballon anzulegen, könnte die genannte Einrichtung, die einen Fortschritt von heute ab begründen könnte, auch die Wege der reinen und einfachen Anwendung des Dampfmotors ebnen, der bei der Schifffahrt im Grossen nach unserer Ansicht der allein mögliche ist, weil er der einzige ist, dessen Bedarf, Wasser und Kohle, sich überall finden. Wir denken, dass die Gefahr, welche in der steten Nachbarschaft des Feuers und des brennbaren Gases liegt, als Hinderniss für die Verwendung der Dampfmaschine bei der Luftschifffahrt nicht in Betracht kommt; eine Gefahr, wie sie in ähnlicher Weise an Bord von Kriegsschiffen eben nur entsprechende, unbedingt wirksame Vorsichtsmassregeln veranlasst. Das Bedenken einer Gefahr hemmt weder eine Eroberung, noch vergällt sie deren Genuss.“

„Ein Hinderniss für die Anwendung von Dampfmaschinen liegt nicht mehr in deren Gewicht, welches schon sehr vermindert worden ist und noch mehr vermindert werden wird. Giffard hatte für diesen besonderen Zweck eine Maschine von 60 Athmosphären Druck konstruirt. Man begreift, dass nur eine Maschine von sehr hohem Druck die hier gestellten Anforderungen geringen Gewichts und sparsamen Brennmittelverbrauchs verwirklichen kann. Er plante sogar bis auf 200 Athmosphären zu gehen. Weil ihr Gewicht nur ein sehr geringes sein darf, muss man sich während der ganzen Reise ein und derselben geringen Wassermenge bedienen, welche abwechselnd verdampft und verdichtet wird. Schon lange ist die Lösbarkeit dieses Problems bewiesen durch eine Reihe von halbrunden Röhren mit sehr grosser Oberfläche, welche in der Werkstatt des Herrn Flaud dazu dienen, den Dampf einer zwanzigpferdigen Maschine zu kondensiren. Hierdurch ist die Schwierigkeit bei der Anwendung auf die Luftschifffahrt, dass sich durch den Verbrauch an Material das Gewicht beständig vermindert, bedeutend verringert worden.“

Meteorologische Zeitschrift. Herausgegeben von der Oesterreichischen Gesellschaft für Meteorologie und der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft. Heft 1, Januar 1886.

Woeikof: Klima an der Lenamündung nach einjährigen Beobachtungen.

Jesse: Die auffallenden Abenderscheinungen am Himmel im Juni und Juli 1885.

Hildebrandsson: Die mittlere Bewegung der oberen Luftströme. Nach einem Referat über die Cirrusbeobachtung, welche der Direktor des Observatoriums in Zi-ka-wei, Herr Marc Dechevrens, seit dem Jahre 1877 angestellt hatte, gelangt Verfasser, unter Berücksichtigung seiner bei Upsala gemachten eignen Beobachtungen, zu folgenden Behauptungen: 1. die mittlere Richtung der Cirri ist in ganz Europa aus Kompass-Strichen zwischen SW und NW; 2. im Winter kommen die Cirri aus einer mehr nördlichen Himmelsgegend als im Sommer; 3. die nördliche Komposante ist im Winter besonders gross über Schweden und den nördlichen Küsten des mittelländischen Meeres; 4. die Richtung dieser oberen Strömung fällt mit der mittleren Richtung der Zugstrasse der Minima nahe zusammen.

Erk: Der Höhesturm vom 15. und 16. Oktober 1885 und seine Wirkungen im bayerischen Gebirge, S. 24.

Woeikof: Zusatz zu „Klima an der Lenamündung", S. 32. — Temperaturverhältnisse von Lewisburg, Ohio, S. 32.

Laska: Das Rollen des Donners, S. 33. — Die Windhose vom 4. Juli 1885 zu Karlsruhe, S. 33.

Woeikof: Zur Sonnenfinsterniss vom 29. August 1886, S. 36.

Pernter: Regenbogen bei wolkenlosem Himmel, S. 36.

Leitner: Zum Sturm vom 15. Oktober v. J. bei Partenkirchen. S. 36. — Abnorme Dämmerungen im Jahre 1831, S. 37. — Dürre in Guyana, S. 37.

Dr. Vettin: Experimentelle Darstellung der Schäfchenwolken (Cirro-Cumuli). S. 38. Dr. Vettin theilt mit, dass es ihm gelungen sei, die Schäfchenwolken aus Tabaksrauch mit Hilfe von Elektricität experimentell darzustellen. Er verspricht bald eine ausführliche Arbeit darüber.

Zum Klima von Sebange-Farm am Gabun, S. 39. — Flögel: Venushof, S. 40.

La Nature. Revue des Sciences. No. 659. Paris, 16. Janvier 1886.

Die genannte Zeitschrift berichtet in dem angegebenen Blatte von einer in Alger stattgefundenen Auffahrt mit fünf zusammengekuppelten Ballons, welche der Luftschiffer Landreau am 20. December 1885 zum Zwecke einer Schaustellung veranstaltet hatte. Vier kleine Satelliten-Ballons waren in derselben Weise wie einst bei Dupuis Delcourt (November 1824) an den Enden zweier gekreuzter und am Trageringe angebrachter Stangen befestigt. Mck.

Fortschritt der Zeit. Deutsch-Amerikanische Gewerbe- und Industrie-Zeitung. New-York.

Das Blatt berichtet aus Milwaukee (Wisconsin) unter dem 10. September 1885 Folgendes: „Ein neuer Ikaros ist der Welt erstanden in der Person des Dr. H. P. Booth in Chippewa Falls, Wisc. Das Grundprinzip seiner Flugmaschine besteht darin, dass jeder wichtige Muskel des Körpers gleichzeitig gebraucht werde zur Erhebung des Körpers und Fortbewegung durch die Luft. Ein Mann in Rüstung hob 3500 Pfund (?); dies grossartige Ergebniss ward allein dadurch erzielt, dass jeder Muskel gleichzeitig bis zur vollsten Leistungsfähigkeit angestrengt wurde und unter den vortheilhaftesten Verhältnissen. Diese Flugmaschine nun ist nichts weiter als eine Rüstung, durch welche es dem menschlichen Körper so leicht als möglich gemacht wird, sich zu erheben und fortzubewegen, und wenn das Fliegen jemals allein durch Muskelkraft vollbracht werden kann, so muss dies mit Aufbietung aller Kraft geschehen, welche

der menschliche Körper besitzt. Die Maschine hat zwei Flügel, deren jeder 12 bis 15 Fuss lang ist, während die Breite gleich ist der Länge des betreffenden Menschen von seinen Schultern bis zu seinen Füssen. Das Gestell der Flügel besteht aus 3 zusammengebundenen, in passende Form gebogenen und mit Seide überspannten Bambusstangen. Eine Schnur reicht von einem Ende jedes Flügels bis zum andern und dient dazu, der Schwinge die gehörige Form und der Seidenbedeckung die nöthige Spannung zu geben. Die Flügel sind mit geeigneten Ventilen versehen, welche sich bei der Aufwärtsbewegung öffnen und bei der Abwärtsbewegung schliessen. Das Flügelgestell bildet vor den Schultern einen rechten Winkel und unter der Brust des Fliegenden; an dieselben sind 2 starke Taue von roher Haut befestigt.*) Jedes dieser Taue geht von dem Flügel, an welchem es sitzt, nach der Schulter des Fliegenden; letzterer ist mit einem passenden Halsband versehen, welches die Flügelgestelle locker stützt und, längs des Rückens hinlaufend, ein paar Schlingen bildet, durch welche die Füsse gesteckt werden. Wird nun der Körper kräftig ausgestreckt, so werden die Flügel mit aller Macht der kräftigsten Muskeln des Körpers heruntergebracht, welche Bewegung unterstützt wird durch die starken Armmuskeln von der Unterseite der Flügel aus. Ueber die Schultern reicht von einem Flügel zum andern ein starkes Gummiband zum Aufheben der Flügel, welches somit die Arme in der Aufwärtsbewegung unterstützt. Wenn man will, mögen die Hände, statt die Flügel von der Unterseite zu bewegen, den kurzen Hebel, welcher die Basis des Flügels bildet, packen, um so die kräftigeren Armmuskeln besser benutzen zu können, als wenn die Arme ausgestreckt sind. Was da am besten ist, muss selbstredend durch den Versuch entschieden werden. Jeder Flügel kann unabhängig von dem andern bewegt werden; es ist nur nöthig, einen Fuss oder den andern zu bewegen, um jedem Flügel solche Bewegung zu verleihen, als man wünscht. Ein Stück Leinwand reicht von der Basis des einen Flügels zu der des andern und bildet eine Art Hängematte, auf welcher der Fliegende liegt. Vom untersten Punkte der Flügelbasis laufen mehrere kleine Haltstücke aus an verschiedene Punkte der Flügel, welche dazu dienen, diese zu spannen und zu kräftigen."

The Military Telegraph. Bulletin No. 24. London, 15. Februar 1886.

Dieses Blatt bringt über Signal-Versuche, welche mit Hülfe eines Ballons stattfanden, Folgendes:

„In der Militär-Schule für Signalwesen zu Aldershot wurden am 23. Januar um 7 Uhr Abends von dem Patentinhaber Mr. Evans aus London einige äusserst interessante Versuche mit einem Signalballon ausgeführt. Der Ballon fasste ca. 400 Kubikfuss Leuchtgass, welches der Gasanstalt zu Aldershot entnommen wurde; er war aus einem weissen Stoff gefertigt, damit man mit ihm, bei Anwendung eines Lichtes inseitige Signale geben konnte. Das Licht wurde von einer Batterie aus 25 Elementen erzeugt. Sechs kugelförmige Glühlichtlampen, jede von 15 Kerzen Lichtstärke, waren in ein kleines Gestell (ladder) befestigt und so eingerichtet, dass man sie innerhalb und ausserhalb des Ballons anbringen konnte. Für ersteren Fall befand sich innen an dem Zenith des Ballons eine Rolle. Wollte man ausserhalb des Ballons signalisiren, so wurde das Gestell am Trageringe befestigt. Der Ballon war gefesselt und konnte ca. 400 Fuss hoch gehen. Erst versuchte man das Licht innerhalb des Ballons. Eine Station war bei North Camp, die zweite bei der Signal-

*) Etwas unklar. Red. d. Z. d. V. z. F. d. L.

Schule. Erstere sollte die vom Ballon signalisirten Depeschen lesen, welche bei letzterer ausgegeben wurden. Vom Ballon lief ein Kabel in das Bureau des Inspektors der Signal-Schule, von wo aus die Depeschen ausgingen. Die erste Frage durch den Ballon betraf den Zustand seines Lichtes und wie gelesen werden könnte. Die Antwort lautete günstig, der Ballon wurde dann herabgeholt und das Licht mit einiger Schwierigkeit aussen angebracht und weiter signalisirt. Das Ergebniss war, dass die Signale auch sehr gut mit dem aussen angebrachten Licht zu lesen waren. Das Wetter war sehr ungünstig; während der Versuche schneite es und die Nacht war nebelig. Die Entfernung, auf welche signalisirt wurde, war ca. eine Meile (= 1523,9 m), das Resultat scheint befriedigend. Die Erfindung ist noch wenig ausgebildet, die Idee aber ist eine gute."

Mck.

Protokoll

der am 16. Januar 1886 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Angerstein, Schriftführer: Dr. Jeserich.

Tagesordnung: Geschäftliche Mittheilungen; Verwaltungsberichte des Vorsitzenden, des Schatzmeisters und des Bibliothekars; Neuwahl des Vorstandes und der technischen Kommission; Beschlussfassung über den Antrag des Herrn Priess, betreffend eine Petition an den Reichstag.

Nachdem das Protokoll der vorigen Sitzung verlesen und genehmigt worden, entschuldigt Herr Angerstein ein ihm zur Last fallendes Versehen, in Folge dessen die Sitzung nicht — wie in der vorigen Versammlung bestimmt worden — zum 9. Januar, sondern erst zum 16. einberufen ist. Derselbe erstattet sodann Bericht über eingegangene Schriftstücke, unter denen namentlich ein seitens der technischen Kommission bereits geprüftes und von derselben sehr günstig beurtheiltes Projekt eines „Luftsegelschiffes" nebst photographischen Abbildungen von Herrn Wm. Pattosien in Bremen hervorzuheben ist. (Dasselbe ist schon in Heft XI. des vorigen Jahrgangs der Zeitschrift zum Abdruck gebracht.) Ein zweites Projekt ist von Herrn Platte aus Wien eingesandt. Dagegen sind die letzten Hefte des „Aéronaute" ausgeblieben. Diese Zeitschrift ist bis zum August vorigen Jahres regelmässig eingegangen, seitdem ist die Zusendung unterblieben.

Es erstattet sodann der Vorsitzende Herr Dr. Angerstein den Rechenschaftsbericht, in welchem er die Entstehung und Entwickelung des Vereins seit dem Jahre 1881 schildert und besonders einen Ueberblick über die Thätigkeit im letzten Jahre giebt.

Darauf folgt die Berichterstattung des Schatzmeisters und diejenige des Bibliothekars.

Zu den Vorstandswahlen überleitend, bemerkt Herr Dr. Angerstein, dass er durch seine anderweitigen Arbeiten zu sehr in Anspruch genommen sei, als dass er die zeitraubenden Geschäfte des Vorsitzenden weiterführen könne. Schon im vorigen Jahre war von ihm in der Januarsitzung der Wunsch ausgesprochen worden, es möchte bei der Neuwahl des Vorstandes für 1885 ein Anderer mit dem Amte

des Vorsitzenden betraut werden; jetzt sei es für ihn zwingende Nothwendigkeit geworden, eine Wiederwahl abzulehnen.

Es wurden sodann gewählt zum Vorsitzenden Herr Dr. Müllenhoff, zum stellvertretenden Vorsitzenden Herr Ober-Realschullehrer Gerlach, zu Schriftführern die Herren Dr. Jeserich und Dr. Kronberg, zum Schatzmeister Herr Dr. Schäffer, zum Bibliothekar Herr Lieutenant Freiherr vom Hagen. zu Kassenrevisoren die Herren Major Diener und Dr. Kronberg.

Die Revision der Bibliothek durch die Kommission wird suspendirt, bis die Ueberführung der Bücher von ihrem jetzigen Aufbewahrungsorte zu Herrn Lieutenant Freiherr vom Hagen (Berlin W., Steinmetzstrasse 30) stattgefunden hat.

Dr. Müllenhoff, der hierauf den Vorsitz übernimmt, schlägt vor, Herrn Dr. Angerstein für seine vielfachen Verdienste, die er sich um den Verein erworben hat, zum Ehrenmitgliede des Vereins zu ernennen. Es wird beschlossen, die technische Kommission zu beauftragen, die Rechte und Pflichten der Ehrenmitglieder im Einzelnen festzusetzen; es solle darauf über den Antrag des Herrn Dr. Müllenhoff Beschluss gefasst werden.

Der Verein geht sodann über zu der in der vorigen Sitzung (siehe Heft XII, Jahrgang 1885, Seite 382) abgebrochenen Verhandlung über den Antrag des Herrn Priess: An den deutschen Reichstag eine Petition wegen Aussetzung eines Preises für ein lenkbares Luftschiff zu senden.

Herr Dr. Angerstein beantragt, die Angelegenheit auf das nächste Jahr zu vertagen, da bei den Aufgaben, welche dem Reichstage in dieser Session noch vorliegen, eine eingehende Behandlung der Petition kaum noch zu erwarten sei.

Herr Dr. Jeserich hebt dem Antrage Priess gegenüber hervor, dass der deutsche Reichstag noch nie Preise ausgeschrieben habe; es sei daher doch wohl sehr zweifelhaft, ob der Antrag des Vereins irgend welche Aussicht auf Erfolg hätte. Daraufhin zieht Herr Priess seinen Antrag zurück.

Im Anschlusse an diese Diskussion folgte die Besprechung des von Herrn Dr. Jeserich gestellten Antrages: „Es ist in die Statuten die Bestimmung aufzunehmen: „Bei Veröffentlichungen. Petitionen u. s. w. darf ein Mitglied nur mit Bewilligung des Vereins sich mit der Bezeichnung „Mitglied des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt“ unterzeichnen.“

Es wurden gegen die Art der Formulirung dieser Bestimmung Bedenken erhoben und der Verein beschloss, die technische Kommission zu beauftragen, den Antrag Jeserich in neuer Formulirung in der nächsten Sitzung zur Beschlussfassung vorzulegen.

Schluss der Sitzung 9 Uhr 45 Minuten; nächste Sitzung am 13. Februar 1886.

Protokoll

der am 13. Februar 1886 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Müllenhoff, Schriftführer: Dr. Kronberg.

Tagesordnung: Vortrag des Herrn Gerlach. betreffend Experimente und Berechnungen über das Luftwiderstandsgesetz; Vortrag des Herrn Dr. Müllenhoff über die neuesten Publikationen über Flugtechnik; Bericht der technischen Kommission

über eingesandte Projekte; Beschlussfassung über die in der vorigen Sitzung gestellten Anträge; geschäftliche Mittheilungen.

Vor Eintritt in die Tagesordnung wird Herr Premier-Lieutenant Gronen. Mitglied des Ingenieur-Komités beim Generalstabe, auf seinen Antrag von den Vereinsmitgliedern Müllenhoff und Regely zum Mitgliede vorgeschlagen.

Es folgt der Vortrag des Herrn Gerlach.*) An der Diskussion über denselben betheiligen sich die Herren Buchholtz, Priess, Kronberg, Angerstein und v. Hagen. Letzterer erwähnt dabei einen ihm von London zugesandten sehr hoch fliegenden Aëropter. Herr Dr. Müllenhoff theilt mit, dass ihm von Herrn Fritz Müller aus Santa Catharina in Südbrasilien eine Anzahl interessanter geflügelter Früchte zugeschickt sind, welche mehrere hundert Fuss weit fliegen, indem sie sich schliesslich langsam in Spirallinien senken.

Von neuesten Publikationen über Flugtechnik erwähnt Dr. Müllenhoff demnächst eine Abhandlung von Prof. Blicks in Lund in Schweden, welche in der „Zeitschrift für Biologie" erschienen ist, und eine Abhandlung des Herrn von Lendenfeld in den „Reports of the philosophical society of New South Wales". In letzterer ist die Darstellung Müllenhoff's vom Schwebeflug der Vögel irrthümlich als das Resultat abgeschlossener Untersuchungen aufgefasst, während sie nur zum ausführlicheren Studium der Sache anregen sollte. Auch Strasser gegenüber glaubt Müllenhoff diese Tendenz seiner Publikationen über den Vogelflug betonen zu müssen.

Von eingesandten Projekten bespricht Dr. Kronberg als Mitglied der technischen Kommission einen von Herrn Wilmarow in Lübeck vorgeschlagenen Ballon mit zu evakuirendem Ballonet, einen neuen Ballon-Motor mit Aether als Verdampfungsflüssigkeit von Herrn Maschinenfabrikant C. Zenker in Breslau. einen Vorschlag von A. Hölzgen in Roermond in Holland und eine Konstruktion von Flügelrudern für Luftschiffe nach einem Vorschlage des Herrn Apothekenbesitzers F. E. Schulze in Nordhausen.

Herr v. Hagen macht auf die im Mai d. J. zu eröffnende internationale Ausstellung in Liverpool aufmerksam, welche eine besondere aëronautische Sektion aufweist. (Siehe Heft I dieses Jahrgangs der Zeitschrift.)

Der Antrag des Herrn Dr. Jeserich. Bestimmung zu treffen, dass kein Mitglied des Vereins die Bezeichnung als solches ohne Zustimmung des Vereins benutzen darf. wird nach längerer Diskussion, an welcher sich die Herren Müllenhoff, Priess, Angerstein, Buchholtz, Regely, Gerlach und Kronberg betheiligen, einer Spezialkommission zur Vorberathung überwiesen.

Auf Antrag des Herrn Dr. Angerstein wird beschlossen, die Vereinssitzungen an jedem ersten Sonnabend nach dem 8. eines jeden Monats stattfinden zu lassen.

Hinsichtlich der Vereinsbibliothek wird ohne Widerspruch bestimmt, dass dieselbe demnächst in der Wohnung des Vereins-Bibliothekars Herrn v. Hagen (Steinmetz-Strasse 30) Aufstellung finden soll. welcher sich zur Ueberlassung der erforderlichen Räumlichkeit gütigst erboten hat.

Vor Schluss der Sitzung wird Herr Premier-Lieutenant Gronen zum Mitgliede proklamirt.

---

*) Derselbe wird demnächst ausführlich in einem vom Vortragenden selbst verfassten Aufsatze wiedergegeben werden.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W., Gneisenau-Strasse 28.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat, Berlin W., Jäger-Strasse 73.

V. Jahrgang. 1886. Heft III.

Ableitung gewisser Bewegungsformen geworfener Scheiben aus dem Luftwiderstandsgesetze.

(Hierzu eine Figurentafel.)

Vortrag in der Vereins-Sitzung vom 13. Februar 1886 von **Edm. Gerlach.**

Der Zweck des nachstehenden Aufsatzes ist es nicht, beobachtete Bewegungen nachträglich zu erklären, sondern aus der in dem letzten Jahrzehnt einigermaassen geförderten Kenntniss des Luftwiderstandes heraus auf die Nothwendigkeit des Eintretens gewisser Bewegungen zu schliessen und dann aufzusuchen und anzugeben, wie diese Erscheinungen experimentell nachgewiesen werden können. Man empfindet eine besondere Freude, Erscheinungen erst vorauszusagen und hinterher durch den Versuch bestätigt zu sehen. Wenngleich es hier der Hauptsache nach auf gewisse verwickelte Bewegungen abgesehen ist, so ist doch auch die Besprechung der einfachsten Erscheinungen nicht von der Hand zu weisen, da sie vielfach von grundlegender Bedeutung sind und daher auch gelegentlich die Einführung geeigneter Benennungen erwünscht machen.

Die nachfolgenden Erklärungen fussen fast durchweg auf zwei Sätzen, welche der reinen „Lehre von den Flüssigkeitsbewegungen“ entlehnt und auf dem von Helmholtz und Kirchhoff gebahnten Wege zuerst von Lord Rayleigh entwickelt worden sind. Dieselben befinden sich in verhältnissmässig guter Uebereinstimmung mit den wenigen vorhandenen zuverlässigen Messungen, welche meist schon vor langer Zeit angestellt worden sind.

Es verdient wohl ausdrückliche Erwähnung, dass diese Sätze unter der Bedingung abgeleitet worden sind, dass man die Flüssigkeitsreibung, die innere sowohl wie die äussere, zwischen der Flüssigkeit und den darin bewegten Körpern vernachlässigt. Wenn die Uebereinstimmung zwischen der Theorie und den Beobachtungen dennoch eine so befriedigende ist, so beweist das eben nur, dass die Reibung hierbei keine sonderliche Rolle spielt. Wem diese Vernachlässigung vorhandener Einflüsse aber Gewissensbisse machen sollte, dem sei gesagt: dass man von der Reibung absieht, um eine Annäherung an die Wirklichkeit zu erhalten, ist etwa damit zu vergleichen, dass man die Erde als Kugel oder die Planetenbahnen als Kreise betrachtet. Man bekommt auf diese Weise die Grundzüge der Erscheinungen. Mehr als dieses aber kann man auch beim vorliegenden Gegenstande zur Zeit nicht beanspruchen.

Ehe wir auf unser eigentliches Thema eingehen, seien einige allgemeine Bemerkungen über den Flüssigkeitswiderstand in aller Kürze vorausgeschickt.

Der Druck, welchen eine gleichförmig strömende Flüssigkeit, wie die Luft, gegen einen ruhenden Körper oder, was dann auf dasselbe hinauskommt, eine ruhende Flüssigkeit gegen einen gleichförmig darin bewegten Körper ausübt, wird in der Regel dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional gesetzt. Diese Annahme ist aber für die folgenden Erklärungen, soweit dieselben nur qualitative sind, ohne grosse Wichtigkeit. Es kommt hier nur darauf an, dass der Druck in stärkerem Masse als die Geschwindigkeit selbst wächst. Derselbe hängt sodann von der Grösse und Gestalt des Körpers und der Dichte der Flüssigkeit ab.

Die späteren Auseinandersetzungen, ebenso wie die anzuführenden beiden Sätze, beziehen sich nur auf ebene Scheiben oder Platten, deren Dicke unberücksichtigt bleiben darf, so dass sich also gegen eine Bewegung in der Ebene der Scheibe selbst kein Widerstand geltend macht. Eine solche ebene Platte werde senkrecht zum Flüssigkeitsstrome gehalten. Dann ist der Druck der gewöhnlichen Annahme zufolge der Fläche einfach proportional, so dass man also schreiben kann $p = kfv^2$, wenn p den Druck in kg, f die Fläche in qm und v die Geschwindigkeit in m, k aber einen gewissen Koeffizienten — für Luft von normaler Temperatur und Dichte etwa 0,123 — bedeutet. Es möge hervorgehoben werden, dass die Theorie über die Abhängigkeit von der Fläche, sofern es sich um verschiedene Formen handelt, nichts aussagt. Das will unter Anderem heissen: Der Druck gegen einen Streifen von unendlicher Länge ist zwar der Breite proportional, aber man kann daraus nicht zweifellos auf solche von endlicher Länge und Breite (Platten) schliessen.

Eine Bewegung wie die oben gedachte, findet bei einem senkrecht ohne Drehung herabsinkenden Körper statt. Da der Widerstand mit zunehmender Geschwindigkeit ebenfalls wächst, so erreicht der Körper bald (in Wahrheit asymptotisch) eine nicht überschreitbare Grenzgeschwindigkeit, bei der der Widerstand der Luft genau gleich dem Gewichte des Körpers ist, $v = \sqrt{p : kf}$, wenn p hierin das Gewicht des Körpers in kg bedeutet. Auf

diese haben wir uns später verschiedentlich zu beziehen, sie möge daher mit leicht verständlichem Vergleiche die Fallschirmgeschwindigkeit des Körpers heissen. Sollte dieser anfangs mit grösserer Geschwindigkeit herabgeworfen worden sein, so geht die abnehmend verzögerte Bewegung alsbald ebenfalls in jenen Grenzzustand über.

Schneidet man verschieden grosse Platten aus demselben Papier oder demselben Blech, so ist das Gewicht proportional der Fläche geändert, das Verhältniss $p:f$ und somit v ungeändert. Die Fallschirmgeschwindigkeit verschieden grosser Platten von gleicher Dicke aus demselben Stoffe wird also durchaus dieselbe sein.*)

Diejenigen beiden Sätze, deren Folgen auf die Bewegung geworfener Scheiben hier besprochen werden sollen, beziehen sich beide auf den Fall, dass der Flüssigkeitsstrom dieselbe schief trifft, und behandelt der eine die Verschiebung des Angriffspunktes des Druckes mit der Neigung, der andere und zwar interessantere die Veränderung der Grösse des Druckes mit der Neigung. Wir behandeln daher zunächst die:

A. Bewegungserscheinungen, welche ihren Grund in der Verschiebung des Angriffspunktes des Luftwiderstandes haben.

1. Verschiebung des Angriffspunktes.**)

Wenn eine ebene Platte, wie sie in Fig. 15 a in Richtung des Stromes gesehen, den wir uns für den Augenblick wagerecht denken, in Fig. 15 b hingegen senkrecht von oben gesehen dargestellt ist, wenn eine solche Platte von einem Flüssigkeitsstrome getroffen wird, so erfährt sie einen einseitigen Ueberdruck. Wollte man sie, damit sie dem Druck widerstehen kann, durch eine Axe C allein stützen, um welche sie sich frei drehen kann, so müsste

---

*) Von vielen Seiten wird behauptet, dass der Widerstand in stärkerem Maasse als die Fläche wachse, nach einer Behauptung z. B. proportional $f\sqrt[6]{f}$. (Sewig.) Daraus würde sich ergeben, dass bei zwei aus demselben Blatt geschnittenen ähnlichen Platten, deren Linearausdehnungen sich wie $1:n$ verhalten, sich jene Grenzgeschwindigkeiten wie $\sqrt[6]{n}:1$, die Fallzeiten bei gleichen Fallräumen also wie $1:\sqrt[6]{n}$ verhalten würden. Wenn daher eine Platte zum Durchfallen eines Raumes etwa 5 Sekunden gebraucht, so würde eine solche von zweifachen oder dreifachen Dimensionen 5,6, bezüglich 6,0 Sekunden gebrauchen, ein Unterschied, der sich schon dem blossen Auge sichtbar machen müsste.

**) Anmerkung: Hierüber sind einige Versuche von Professor Kummer angestellt worden: Ueber die Wirkung des Luftwiderstandes, Abh. d. Berl. Akad. d. Wiss., 1875. Der mathematische Ausdruck dieser Verschiebung ist von Lord Rayleigh gegeben: On the resistance of fluids. Phil. Mag. 1876. Dec. 430—441.

Vergleiche hierüber auch, sowie über die späteren Fragen, des Verfassers Aufsatz: „Einige Bemerkungen über den Widerstand, den eine ebene Platte und ein Keil von einer gleichförmig strömenden Flüssigkeit erfährt“, in der Zeitschrift: „Civil-Ingenieur“, XXXI. Band, 2. Heft, Leipzig 1885.

In l'Aéronaute erwähnt Louvrié, 1878, Seite 199, die Verschiebung des Angriffspunktes befolge das Gesetz von Avanzini, formulirt von Duchemin in „Résistance des fluides“. page 159. Verfasser hat aber bis jetzt leider noch keine Einsicht hierin nehmen können.

diese genau durch den Angriffspunkt des Druckes gehen, damit die Platte in Ruhe bliebe. Solange der Strom die Ebene senkrecht trifft, wird die Resultierende des Druckes und somit die Axe durch einen gewissen Punkt gehen — vielleicht könnte man ihn im Besonderen „Mittelpunkt des Druckes" nennen und von dem Angriffspunkte des Druckes bei schiefer Lage unterscheiden — der bei Scheiben von regelmässiger geometrischer Gestalt offenbar ihr geometrischer Mittelpunkt ist. (*M* in Fig. 15 und 16, a und b.)

Wenn dagegen die Ebene geneigt wird, muss auch die unterstützende Axe dem Strome entgegen verschoben werden (Fig. 16a und b), damit wieder Gleichgewicht herrsche. Bringt man umgekehrt zunächst die Axe an einer bestimmten Stelle der Scheibe an, *C*, so wird diese sich dem entsprechend unter bestimmtem Winkel (α, Fig. 16 b) zur Stromrichtung von selbst einstellen. In der Figur 15 a ist derjenige Theil der Scheibe schraffirt, auf welchem man die Axe der Scheibe willkürlich einstellen darf. Bereits in der Grenzlage *DD* würde sich die Scheibe — wohlgemerkt die unendlich dünne — in die Richtung des Stromes selbst einstellen, sodass dieser sie nur streifend trifft. Der Angriffspunkt liegt dann in *A*.

Bezeichnet man allgemein seine Verschiebung dem Strome entgegen mit x und die Breite des Flächenstreifens mit b, also $MC = x$ und $EB = b$ in Fig. 13 und den Neigungswinkel des Stromes gegen die Ebene mit α, so gilt die Gleichung*):

$$x = \frac{3}{4} \cdot \frac{\cos\alpha}{4 + \pi \sin\alpha} \cdot b.$$

Die unten folgende Tabelle giebt die Grösse dieser Verschiebung für den Fall an, dass man die Breite $b = 1000$ mm setzt.

Um den Zusammenhang zwischen der Verschiebung und dem Neigungswinkel der Strömung zugleich mit der Grösse des dann ausgeübten Druckes möglichst anschaulich zu machen, ist die Figur 22 entworfen. In ihr stellt in Vertikalprojektion *M* die Mitte der Scheibe, *ME* denjenigen Theil der halben Flächenbreite dar, über welchen sich überhaupt die Verschiebung des Angriffspunktes erstreckt, also $^3/_{16}$ der ganzen Breite. Diese selbst ist zu 1 m angenommen, erstreckt sich also von *M* aus nach beiden Seiten 500 mm, während $ME = 187{,}5$ mm ist.

Wenn der Strom die Platte senkrecht trifft, $\alpha = 90^0$, liegt der Angriffspunkt in *M*, bei einer Neigung von $\alpha = 85^0$ in dem mit dieser Zahl bezeichneten Punkte, bei einer solchen von 80^0 an der mit 80 bezeichneten Stelle, u. s. w. Es sind also erstens die Angriffspunkte des Druckes, *A*, von 5 zu 5 Grad fortschreitend bezeichnet.

Zugleich ist aber zweitens durch dieselben jedesmal eine Gerade *AF* gezogen, welche unmittelbar die Stromesrichtung angiebt, also mit der Platte der Reihe nach die Winkel 90, 85, 80 u. s. w. Grad bildet. Man beherrscht auf diese Weise den Zusammenhang zwischen Verschiebung und

*) Rayleigh a. a. O.

Stromesrichtung mit einem Blicke. Sämmtliche Richtungsgrade AF hüllen eine Kurve ein, deren Spitze S von der Platte die Entfernung $MS = \frac{3}{4(4+\pi)} \cdot b$ hat. In unserem Zahlenbeispiele also, in dem $b = 1000$ mm, ist $MS = 105{,}0$ mm.

Die Zeichnung liefert aber auch drittens eine Darstellung des Druckes selbst, wie die unten stehenden Formeln beweisen. Stellt nämlich MS dessen Grösse bei senkrechtem Stosse dar, Angriffspunkt M, so stellt MF seine Grösse bei schiefem Stosse dar, wenn der Angriffspunkt in A liegt. Die durch den Angriffspunkt gezogene Richtungsgerade schneidet also jedesmal von der im Mittelpunkt M errichteten Flächennormale ein dem Drucke selbst proportionales Stück ab.

In der Figur ist überdies der Zusammenhang zwischen der Verschiebung $MA = x$ und dem zugehörigen Druck, y, in gewohnter Weise durch eine Kurve zum unmittelbaren Ausdruck gebracht, indem der Druck in jedem Punkte A als Ordinate AC aufgetragen ist, so dass also $y = AC = MF$ ist.

Von diesen beiden Kurven — der Druckkurve (C) und der Richtungskurve (B) — ist eine im Stande, die andere zu vertreten. Zu irgend einem willkürlich gewählten Angriffspunkte A liefert die Kurve (C) den zugehörigen Druck AC und, indem man dann MF gleich AC macht, AF die Richtung des Stromes. Vermöge der andern hingegen erhält man durch die von A gezogene Tangente AB die Richtung des Stromes und durch den Schnittpunkt F die Grösse des Druckes.

Ganz beiläufig sei noch bemerkt, dass diese Tangente AB von der Platte bis zum Berührungspunkte B gemessen, sich nur unbeträchtlich von MF unterscheidet.

Fällt man vom Mittelpunkt M auf die Tangente ein Loth MG, so giebt das Stück GF der Tangente unmittelbar die in die Stromrichtung fallende Komponente des Druckes, d. h. den Widerstand, den die in ruhender Flüssigkeit bewegte Platte erfährt.

In der Zeichnung findet man viertens das Drehungsmoment des Druckes in Bezug auf den Mittelpunkt — dasselbe, was wir später, No. 2, als aufkippendes Kräftepaar kennen lernen werden — eingetragen.

Dasselbe ist eigentlich durch das Rechteck $AMFC$ dargestellt; diese Rechtecke sind aber des besseren Vergleichs wegen sämmtlich in solche mit derselben Seite MS verwandelt und die dann der Fläche proportionale zweite Seite ist in dem Angriffspunkte A als Ordinate, AD, aufgetragen worden. Aus der auf diese Weise entstandenen Kurve D ersieht man ohne weiteres, dass ein Wind, allgemein ein Strom, die ebene Platte am stärksten zu drehen sucht, wenn er sie unter einem Winkel von 30 bis 35 Grad trifft.

Eine genaue Uebersicht dieser Zahlenverhältnisse, die gewiss Manchem erwünscht sein wird, geben wir in der folgenden Tabelle; dabei geben die beigesetzten Formeln die Längen in Theilen der Flächenbreite, während sie in der Tabelle für $b = 1000$ mm angegeben sind.

In der Spalte 1 befindet sich der Neigungswinkel des Stromes gegen die Platte, α.

In der Spalte 2 die Verschiebung des Angriffspunktes des Druckes von der Mitte der Platte weg dem Strome entgegen, $MA = x$,

$$x = \frac{3}{4} \cdot \frac{\cos\alpha}{4 + \pi \sin\alpha} \cdot b.$$

In der Spalte 3 der Druck, wenn er bei senkrechtem Stosse durch $MS = 105{,}0$ mm dargestellt ist; $MF = y$,

$$y = \frac{3}{4} \cdot \frac{\sin\alpha}{4 + \pi \sin\alpha} \cdot b.$$

In der Spalte 4 — falls es Jemanden interessiren sollte — um wie viel die Tangente AB jedesmal kürzer als MF ist.

$$\Delta = \frac{3}{4} \cdot \frac{(4 - \pi)(1 - \sin\alpha)\sin\alpha}{(4 + \pi \sin\alpha)^2} \cdot b.$$

In der Spalte 5 der Druck verglichen mit dem bei senkrechtem Stosse, $\alpha = 90$, als Einheit,

$$p = \frac{(4 + \pi)\sin\alpha}{4 + \pi \sin\alpha}.$$

In der Spalte 6 endlich das Drehungsmoment m des Druckes p, den Druck bei 90° als eins gesetzt;

$$m = p\,x = \frac{3}{4} \cdot \frac{(4 + \pi)\sin\alpha\cos\alpha}{(4 + \pi \sin\alpha)^2} \cdot b.$$

Neigungswinkel α	Verschiebung. x.	Ordinaten d. Druckkurve: y.	$AC - AB = \Delta$	Druck bei 90 Grad als Einheit p.	Drehungsmoment. $m = px$.
90	0	105,0	0	1	0
85	9,2	104,8	0,1	0,9998	9,14
80	18,4	104,1	0,2	0,9915	18,21
75	27,6	103,0	0,5	0,9804	27,05
70	36,9	101,4	0,8	0,9652	35,61
65	46,3	99,2	1,1	0,9449	43,73
60	55,8	96,7	1,7	0,9205	51,37
55	65,5	93,5	2,2	0,8900	58,25
50	75,3	89,7	2,8	0,8539	64,40
45	85,7	85,7	3,4	0,8158	69,90
40	95,5	80,1	4,1	0,7626	72,80
35	105,9	74,1	4,6	0,7060	74,76
30	116,6	67,3	5,2	0,6408	74,70
25	127,7	59,5	5,5	0,5670	72,41
20	138,9	50,6	5,7	0,4814	66,86
15	150,5	40,3	5,3	0,3840	57,78
10	162,5	28,7	4,5	0,2728	44,34
5	174,8	15,3	2,8	0,1456	25,46
0	187,5	0	0	0	0

Sehen wir nunmehr zu, in welcher Weise durch den besprochenen Umstand die Bewegung geworfener Scheiben beeinflusst wird.

2. Aufkippendes oder rückneigendes Kräftepaar.

Bei einer Scheibe, die aus überall gleich dünnem Blech, Holz oder Papier geschnitten ist, fallen Druckmittelpunkt und Schwerpunkt jedenfalls dann zusammen, wenn es einen geometrischen Mittelpunkt giebt, dem Anscheine nach sogar immer. Solange daher eine in horizontaler Lage erhaltene Scheibe senkrecht herabsinkt, fallen Gewicht und Luftwiderstand in dieselbe Grade und erzeugen daher keine Drehung. Wenn indessen, vielleicht in Folge eines anfänglichen Stosses, noch eine Seitenbewegung hinzukommt, verschiebt sich der Angriffspunkt des Druckes in Richtung der Bewegung und beide Kräfte, Gewicht und Luftwiderstand, bilden dann ein Kräftepaar, welches die Scheibe aufzukippen, d. h. den bei der Bewegung vorangehenden Rand zu heben sucht. Wir nennen es das aufkippende oder rückneigende Kräftepaar. Sein Drehungsmoment ist mit den oben eingeführten Bezeichnungen $p\,x$. (Vergleiche Fig. 7.) Man vermindert dasselbe und vermehrt zugleich den Widerstand der Scheibe gegen dessen Einwirkung, nämlich ihr Trägheitsmoment, wenn man sie in Richtung der Bewegung in zwei oder mehr Theile zerlegt. Sie sei, Fig. 8, in zwei gleiche Theile von der Breite $^1/_2\,b$ zerlegt und diese seien dann in einer Entfernung a von Innenrand zu Innenrand gemessen mit einander fest verbunden.

Alsdann ist der Luftwiderstand gegen jeden Flächentheil nur halb so gross, die Verschiebung wegen der halben Breite auch nur halb so gross, das aufkippende Kräftepaar also ein Viertel, für beide Theile zusammen wieder halb so gross als bei der ungetheilten Scheibe. Das Trägheitsmoment derselben ist indessen bedeutend gewachsen, da der Schwerpunkt jeder Scheibenhälfte vom gemeinsamen Schwerpunkte jetzt nicht mehr wie anfangs nur $\frac{b}{4}$, sondern $\frac{b}{4}+\frac{a}{2}$ entfernt ist. Während das Trägheitsmoment der ungetheilten Scheibe, deren Masse mit m bezeichnet werde, $T_1=\frac{m}{12}\,.\,b^2$ war, ist es jetzt $T_2=\frac{m}{12}\,(b^2+3ba+3a^2)$. Wenn also a n-mal so gross als b ist, so ist es in Folge der Theilung $1+3n+3n^2$ mal so gross geworden. Hat man beide Hälften um das Doppelte der Breite b von einander entfernt, d. h. $n=2$, oder $a=2\,b$, was ungefähr der Figur 8 entspricht, so ist das Trägheitsmoment 19mal so gross als anfangs, und da das aufkippende Kräftepaar seinerseits auch wegen der Theilung nur halb so gross ist, als anfänglich, so wird die Scheibe 38mal langsamer aufzukippen beginnen, als wenn sie nicht getheilt worden wäre. 10mal so langsam würde die Drehung beginnen, wenn die Entfernung beider Scheibenhälften etwa $^3/_4$ der Breite betrüge, $n=0{,}76$, vorausgesetzt, dass in diesem Falle der Luftstrom noch durch den Zwischenraum

zwischen den beiden Theilen so frei hindurchströmt, dass auf beide einzeln dasselbe Gesetz über die Verschiebung des Angriffspunktes angewendet werden kann.

Wenn dagegen aus einer Scheibe von der Breite b in Richtung der Bewegung gemessen, Fig. 9, einfach der mittlere Theil hinweggeschnitten wird, in Breite von a Metern, so ist das Trägheitsmoment dieses Restes — in Fig. 9 schraffirt — begreiflicherweise kleiner als der der vollen Platte. Das Verhältniss beider Trägheitsmomente ist nämlich $1-\left(\frac{b}{a}\right)^3$ zu 1. Aber es sind in diesem Falle auch die wirkenden Kräfte im selben Sinne geändert und zwar in stärkerem Maasse als die Trägheitsmomente, nämlich wie $1-\frac{b}{a}$ zu 1. Die Winkelbeschleunigung selbst ist daher aus diesem Grunde allein $1+\frac{a}{b}+\left(\frac{a}{b}\right)^2$ mal so klein als vorher. Da nun überdies der Hebelarm des Kräftepaares, wie oben erklärt, nur halb so gross ist, so sieht man, dass die Winkelbeschleunigung der Scheibe durch das Ausschneiden $2\left(1+\frac{a}{b}+\frac{a^2}{b^2}\right)$ mal so klein gemacht ist. Im äussersten Falle, d. h. wenn a nahezu gleich b ist, wird die Drehung der Scheibe 6 mal verlangsamt, oder ihre Empfindlichkeit gegen die aufkippende Wirkung des Luftstromes 6 mal verkleinert.

Für das experimentelle Studium dieser Bewegungsformen macht man mit Vortheil von diesem Umstande Gebrauch. Denn dadurch gelingt es, flüchtig vorübergehende Bewegungsformen so weit zu verlangsamen, dass das Auge ihnen folgen kann.

Unter die besprochenen Umstände geräth eine in schräger Lage unter dem Einfluss der Schwere sinkende Scheibe. Der Luftstrom sucht sie wieder aufzurichten, d. h. führt sie in die wagerechte Stellung zurück. Wohin auch die Scheibe sich zufällig neigt, immer ist die Wirkung zunächst dieselbe. Man sollte wirklich meinen, dass die herabsinkende Bewegung einer ursprünglich wagerecht gehaltenen ebenen Scheibe eine ausgezeichnet stabile Bewegungsform wäre, da ja bei jeder geringen Störung der Gleichgewichtslage die vorhandenen Kräfte die Scheibe stets wieder in die ursprüngliche horizontale Lage zurückzuführen streben. Nichtsdestoweniger bemerkt man, dass eine solche anfangs in wagerechter Lage fallende Scheibe in immer stärkere Schwingungen geräth, schliesslich ganz umkippt und dann in der Regel die entstandene Drehung beim weiteren Falle stetig fortsetzt. Diese Erscheinungen lassen sich nicht voraussehen. Unser Satz, welcher der Theorie stationärer Flüssigkeitsströmungen entlehnt ist, hört hier zugleich mit der Beständigkeit der Strömung auf, giltig zu sein. Die Erscheinung selbst belehrt uns aber, dass die Flüssigkeit die Bewegungsform nicht mit derselben Schnelle wechselt, wie die Scheibe ihre Lage, dass also der Angriffspunkt des Widerstandes noch nach derselben Seite hin verschoben bleibt, wohin der Scheibenrand sich eben

gesenkt hatte, während diese selbst schon wieder in die horizontale Lage zurückgegangen ist oder vielleicht schon wieder überschritten hat.

Erst wenn man die Empfindlichkeit der Scheibe gegen aufkippende Kräfte in der oben besprochenen Weise vermindert, hat die Flüssigkeit Zeit, ihre Strömung der veränderten Lage anzupassen. Alsdann ist die Bewegung innerhalb gewisser Grenzen stabil.

3. und 4. Gleiten und Normalverschiebung.

Es ist hier an der Zeit, mit wenigen Worten über das sogenannte „Gleiten wie auf einer schiefen Ebene“ zu sprechen. Man sieht dünne Scheiben oft mit grosser Geschwindigkeit dahingleiten und fast scheint es dem Auge, als fände die Bewegung nur in der Ebene der Scheibe selbst statt. In Wahrheit ist aber eine Verschiebung derselben in Richtung ihrer Normale damit unzertrennlich verbunden. Denken wir uns eine ebene Scheibe AE, Fig. 5, gegen die Richtung der Schwere, AD, beliebig geneigt und in Bewegung begriffen. Wenn diese eine angemessene — bei leichten Scheiben auch nur kurze — Zeit in derselben Weise andauert, was man sich zur Verhinderung der Drehung durch passende Verschiebung des Schwerpunktes vermittelst kleiner Gewichte bewerkstelligt denken kann, so wird der Luftdruck, AB, gleich der Normalkomponente des Gewichtes, AC, geworden sein. Es findet dann beständig eine durch diese Gleichung bestimmte Verschiebung der Scheibe parallel sich selbst statt, von E nach F, deren in Richtung der Normale gemessenen Betrag $EH = u$ wir die Normalverschiebung nennen. Die der Ebene der Scheibe parallele Komponente des Gewichtes AG beschleunigt deren Bewegung in dieser Richtung und, da der Widerstand der Luft gegen die scharfe Kante im allgemeinen sehr gering ist im Vergleich mit dem gegen die Fläche selbst, so wird auch die Geschwindigkeit in Richtung der Scheibe, $EJ = HF = c$, oft vielmal so gross, als die nach der Normale gemessene. Sie werden sich verhalten etwa wie die Quadratwurzeln beider Widerstandsflächen. Die Bewegung der Scheibe setzt sich also zusammen aus einem vorherrschenden Gleiten in Richtung ihrer eigenen Ebene, das sehr in die Augen fällt, EJ, und aus einer wenig bemerkbaren Verschiebung in Richtung der Normale, EH, deren Dasein aber für jenes Vorbedingung ist.

Auf die gegenseitige Abhängigkeit beider werden wir im Abschnitt B. No. 6 kommen.

Diese unter 2, 3 und 4 besprochenen Bewegungselemente geben von dem Verhalten einer geworfenen Scheibe, namentlich mehrtheiliger, wie sie in Fig. 8 und 9 angedeutet waren, eine allgemeine und durch die Versuche bekräftigte Vorstellung, so lange nicht Rotationen um ihre Axe hinzukommen.

Alsdann tritt eine neue Bewegungserscheinung auf und das Bild wird verwickelter. Wir gehen also nunmehr über zur Zusammensetzung der besprochenen Kräfte mit Rotationen um die Normale.

5. Ausweichung erster Art.

Die geworfene Scheibe besitze während des Fluges eine Rotation um die durch ihren Schwerpunkt gehende Normale. Dies ist z. B. der Fall, wenn sie durch einen Stoss in Bewegung gesetzt wurde, welcher zwar in der Ebene der Scheibe lag, wie wir es uns immer vorstellen, aber nicht durch ihren Schwerpunkt ging.

Es möge nun die Scheibe ursprünglich wagerecht gehalten und dann durch einen Stoss geworfen worden sein, der vom Experimentator aus gesehen rechts beim Schwerpunkt vorbeiging, so dass sie also von oben gesehen im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers rotirt. Ein solcher Stoss möge „rechts exzentrisch" heissen. Ein Körper, der wie unsere Scheibe um eine freie Axe rotirt, behält die Richtung seiner Umdrehungsaxe unverändert bei, so lange keine äusseren Kräfte auf ihn wirken. Sobald aber die Scheibe, die Luft durchschneidend, zu sinken beginnt, erfährt sie gegen ihre Unterfläche den Druck der Luft, dessen Angriffspunkt nach dem oben Erklärten (No. 1) dem Schwerpunkt vorausgeeilt ist. Dieses Kräftepaar, welches den vorangehenden Rand der Scheibe zu heben sucht, beginnt nun die Drehungsaxe in der Weise abzulenken, wie man es am Kreisel kennt.

Stellen wir uns nun die Drehungsaxe jederzeit nach der Seite hin vor, von wo aus gesehen, die Drehung im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers stattfindet, so muss in unserm Falle die Axe der Scheibe nach oben gerichtet sein, AB in Fig. 6, und die des aufkippenden Kräftepaares nach rechts hin, AC. Es findet also ein Ausweichen des oberen Endes der Drehungsaxe nach rechts hin statt, in die Lage AD, d. h. die rechte Seite der Scheibe beginnt sich zu neigen, die linke zu heben, während der Vorderrand und Hinterrand in gleicher Höhe bleiben.*)

Da die Scheibe jetzt nicht mehr horizontal ist, so beginnt sie neben der Be-

*) Anmerkung: Streng genommen spielt sich der Vorgang in der eben beschriebenen Weise nur ab, wenn die Drehungsgeschwindigkeit sehr gross ist. In wie weit dieses zutrifft, muss man nach Analogie der gelösten Aufgabe beurtheilen „Rotation eines schweren starren Körpers um einen festen Punkt, wenn dieser auf einer der Hauptträgheitsaxen liegt, die beiden anderen Hauptaxen einander gleich sind und die augenblickliche Drehungsaxe im Anfange der Bewegung mit jener ersten Hauptaxe zusammenfällt." Vergl. Kirchhoff, Mechanik, Leipzig 1876, 7. Vorlesung § 5. Diese Aufgabe führt im Allgemeinen auf elliptische Funktionen. Ist hingegen die Drehungsgeschwindigkeit sehr gross, so wird der Modulus derselben null, man erhält also Kreisfunktionen und die Bewegung ist die bekannte des Gyrotropes oder Kreisels. Sie entspricht der oben beschriebenen.

Für eine Kreisscheibe von $r = 0{,}04$ Meter Radius findet Verfasser bei den überall ungünstigsten Annahmen, welche einigermassen den Versuchsbedingungen entsprechen, $k^2 = 0{,}0256$, wenn die Scheibe 5 Umdrehungen in der Sekunde macht, dagegen $k^2 = 0{,}0068$ bei 7 Umdrehungen u. s. w. Das sind schon ziemlich kleine Werthe. Jedenfalls bestätigen die Versuche, dass man dem oben beschriebenen Grenzfalle $k = o$ ziemlich nahe ist. Daher schien es angezeigt, die Erscheinung oben streng in ihren Hauptzügen zu schildern.

wegung in der ursprünglichen Richtung nach rechts hin „wie auf schiefer Ebene“ abzugleiten (3). Dadurch ist dann auch diejenige Stelle des Randes, welche voranschreitet, von vorn etwas nach rechts verlegt und es dreht sich die Ebene des aufkippenden Kräftepaares um einen gleichen Winkel. In Folge dessen scheint jetzt die Axe vom Beschauer aus gesehen sich nicht mehr blos nach rechts, sondern auch etwas nach hinten überzuneigen. Aber wohlgemerkt, nur vom Experimentator aus gesehen! In Richtung des Gleitens gesehen, neigt sich die Axe immer nur nach rechts, nicht hintenüber, und die Scheibe kommt allmählich, wenn die Bewegung sich so lange fortsetzt, in eine senkrechte Lage, bei der die ursprünglich obere Fläche nach rechts liegt, und der untere Rand vermöge der Drehung sich im gleichen Sinne mit der fortschreitenden Geschwindigkeit bewegt. Je näher die Scheibe dieser senkrechten Lage kommt, desto mehr geht ihre Bahn in die parabolische des Wurfes über. Alsdann durchschneidet ein solch leichtes Blättchen Papier die Luft fast mit der Geschwindigkeit eines fallenden Geldstückes.

In der Figur 19 sind mehrere aufeinanderfolgende Lagen einer solchen kreisförmigen Platte veranschaulicht und zwar von oben gesehen. Die Scheibe bekam ursprünglich bei *A* einen Stoss in Richtung des Pfeiles. In Folge des allmählichen Neigens geht die Horizontalprojektion der Scheibe in eine immer schmalere Ellipse über. Ihre grosse Axe giebt die Lage des augenblicklich horizontalen Durchmessers an, die Schraffirungslinien sind horizontal gedacht und um so stärker ausgeführt, je tiefer die Scheibe unter ihre anfängliche Lage gesunken ist. Die drei überall bezeichneten Punkte bedeuten den Schwerpunkt, den Angriffspunkt des Widerstandes und endlich den mit beiden vermuthlich in gerader Linie gelegenen Punkt des Randes, der augenblicklich vorausgeht. Diese drei Punkte liegen nicht in derselben Horizontalen, da die Scheibe ja schief abwärts gleitet.

Für den Fall, dass man die Scheibe anfangs etwas nach links über geneigt gehalten hat, beginnt sie begreiflicherweise gleich anfangs nach links hin abzugleiten. Dasselbe Kräftespiel wie vorher veranlasst aber die Axe allmählich nach rechts auszuweichen, richtet sie daher allmählich auf in die senkrechte Lage (genauer in die durch die Richtung des Gleitens und der Schwere bestimmte Ebene) und neigt sie darauf nach rechts. Von nun ab ähnelt die Bewegung der vorher beschriebenen. Die ganze Bahn hat also eine S-förmige Gestalt.

War die Scheibe ursprünglich mit dem Vorderrande oder gar mit dem rechten Vorderrande schräg aufwärts gerichtet, so gleitet sie anfangs ein Geringes in die Höhe, kann dabei in Folge des Ansteigens ihre fortschreitende Geschwindigkeit ganz verlieren und gleitet dann wieder, beständig sinkend, rückwärts herab. Stets aber herrscht das Prinzip, dass die Axe mit ihrem oberen Ende nach der rechten Seite der Richtung des Gleitens ausweicht. So ist es beim rechtsexzentrischen Stoss!

Für einen linksexzentrischen Stoss hat man sich die die Drehung dem Sinne

und der Grösse nach darstellende Axe nach unten gezogen zu denken, während die des aufkippenden Kräftepaares wie vorher nach rechts liegt. Es findet also ein Ausweichen des unteren Endes nach rechts, des oberen nach links statt, d. h. die Scheibe neigt sich links über.

Es soll nun noch ganz ausdrücklich hervorgehoben werden, dass durch den hier besprochenen Einfluss des Luftwiderstandes auf die rotirende Scheibe in keinerlei Weise*) ein Emporsteigen derselben über die durch ihre Anfangsstellung bestimmte Ebene veranlasst wird. War letztere z. B. wagerecht, so sinkt die Scheibe von Anfang an und mit wachsender Geschwindigkeit unter dieses Niveau hinab.

Dagegen werden wir später (B, No. 7) eine Ursache kennen lernen, welche ein Ansteigen einer geworfenen rotirenden Platte über die Ebene ihrer Anfangsstellung zur Folge hat. —

Die im Vorstehenden erörterte, durch die Verschiebung des Angriffspunktes bewirkte, stetige Richtungsänderung der Rotationsaxe soll als **Seitenausweichung der Axe** oder auch als **Ausweichung erster Art** bezeichnet werden. **Die Axe der Ausweichung** ist die **Richtung des Gleitens,** wofern die beiden in der Ebene der Scheibe selbst gelegenen Hauptträgheitsaxen einander gleich sind.

Um die Bewegungsform rein darzustellen, und namentlich alles auszuscheiden, was sie mit den später zu besprechenden Neigungserscheinungen vermischen könnte, ist es durchaus nothwendig, dass die geworfene Scheibe kreisrund sei. Hat man eine solche aus Kartonpapier geschnitten, so versieht man sie am besten mit einer kleinen Holzaxe, welche man mit Siegellack im Mittelpunkt befestigt (Fig. 3). Dadurch, dass man diese zwischen Daumen und Mittelfinger der rechten Hand wirbelt, während man zugleich den Arm werfend leicht ausstreckt, kann man die besprochenen Bewegungen in allen gewünschten Formen mit Leichtigkeit zur Darstellung bringen. Uebrigens entspricht dieses Verfahren einem linksexzentrischen Stosse, daher Linksausweichung der Axe.

Man kann die Scheibe aber auch wirklich durch einen Stoss in Bewegung setzen, indem man sie mit dem Finger schnellt (Fig. 2.). Dann bleibt die aufgekittete Axe fort, dafür muss aber die Scheibe mit zwei oder vier kleinen Ohren versehen sein, damit der Finger nicht abgleite. Man kann sie in diesem Falle auch ringförmig ausschneiden (Fig. 2). Hierdurch wird nach früher Gesagtem (No. 2) ihr Trägheitsmoment im Vergleich zu dem Kraftmoment des aufkippenden Kräftepaares vergrössert, die ganze Erscheinung des Ausweichens also verlangsamt. Zahlenmässig lässt sich diese Sache aber nicht verfolgen, da man nicht weiss, wie weit sich dann der Angriffspunkt des Luftwiderstandes bei einem solchen Ringe verschiebt.

Jedenfalls wird man mit einer gewissen Ueberraschung wahrnehmen,

---

*) Anmerkung: d. h. unter den in obiger Anmerkung erwähnten Bedingungen.

wie verhältnissmässig weit man ein solch schwaches und leichtes Papierblatt in nahezu wagerechter Lage dahinschweben lassen kann, zumal wenn man ihm vorher eine geringe Neigung nach links gegeben hat. Allerdings trägt zu dem für den nachdenkenden Beschauer Befremdlichen der Erscheinung die im nächsten Abschnitt zu besprechende „Verminderung des Sinkens" wesentlich bei.

Lag die geworfene Scheibe ursprünglich senkrecht, so dass die Richtungen der Schwere und des Stosses in diese Ebene fielen, so erfährt zunächst keine ihrer beiden Flächen den Widerstand der Luft; es hängt dann von geringen Zufälligkeiten ab, ob und in welchem Sinne die erklärten Erscheinungen eintreten. So wird ein regelrecht geworfener Diskus in der Wurfebene bleiben. Wenn aber von der rechten Seite des Werfenden her ein Wind weht, so treibt er nicht nur den Diskus nach links ab, wie er das auch mit jeder Kugel thun würde, sondern er bewirkt Ausweichungserscheinungen, so dass in unserm Falle der untere Rand nach links aus der Wurfebene herausgedrängt wird und das dann eintretende Gleiten die Abweichung im Sinne des Windes vergrössert und verändert.

Unter die hierher gehörigen Erscheinungen zählt man auch die bekannte Rechtsabweichung der Langgeschosse. Man kann dem noch das Folgende über den Einfluss seitlichen Windes hinzufügen. Das Geschoss besitzt in Folge des Dralls der Züge eine Drehung im Sinne des Uhrzeigers, wenn man es vom Geschütz aus betrachtet, dessen Axe also nach vorn vom Schwerpunkte aus liegt. Weht nun ein Wind von der rechten Seite her, so fällt die relative Geschwindigkeit der Luft gegen das Geschoss nicht mehr in die Axe desselben, sondern bildet mit ihr einen Winkel, der durch die beiden Seitengeschwindigkeiten, die des Geschosses und die des Windes, bestimmt ist. Daher trifft die Resultirende des Luftwiderstandes nicht mehr den Schwerpunkt, geht vielmehr vor demselben vorbei, sucht also die Spitze in Bezug auf den Schwerpunkt nach links zu drehen. Die Axe dieser versuchten Drehung liegt senkrecht zur Geschossaxe nach oben. Nach oben beginnt letztere also auszuweichen.

Man denke sich in Fig. 6 die Scheibe als Querschnitt des Geschosses, *AB* zugleich als die Richtung der Geschwindigkeit und den Wind aus dem Hintergrund herkommend, dann passt jene Figur auch hier.

Diese Ausweichung wird dann ein Abgleiten in der von der Rechtsabweichung der Geschosse her bekannten Weise bewirken. Kurz gefasst kommt die Sache darauf hinaus: Ein Wind, welcher von der rechten Seite des Geschützes her weht, muss — unbeschadet der gewöhnlichen Rechtsabweichung und des Abtreibens mit dem Winde, wie dieses auch eine Kugel erleiden müsste — bewirken, dass der Schuss zu weit geht, ein Wind von links, dass er zu kurz geht, beides verglichen mit dem Schuss in ruhender Luft.

Ueber den Betrag dieser Störung vermag der Verfasser nur zu sagen, dass die Axe durch sie beständig ungefähr ebenso stark belastet werden

wird, wie bei der gewöhnlichen Rechtsabweichung in dem Augenblicke, wenn das Geschoss die Mündung $u:(g \cos \varepsilon)$ Sekunden verlassen hat, unter u die Geschwindigkeit des Windes, unter g die Fallbeschleunigung und unter ε die Elevation des Geschützes verstanden. Man darf annehmen, dass diese Störung bei hohem Bogenwurf am stärksten hervortreten, aber gerade dann wegen der Verschiedenheit und Veränderlichkeit der Luftströmungen in der Höhe am wenigsten bestimmbar sein wird.

B. Bewegungserscheinungen, welche ihren Grund in dem bestimmten Gesetz haben, nach welchem der Flüssigkeitswiderstand von der Neigung der Ebene gegen den Strom abhängt.

Man hat sich lange gestritten, in welcher Weise sich der Druck, welchen ein Flüssigkeitsstrom gegen eine ebene Platte ausübt, mit deren Neigung gegen den Strom ändere. Während die einen, gestützt auf gewisse schon lange bekannte Versuche, behaupteten, dass man den bei senkrechtem Stoss sich ergebenden Druck mit dem Sinus des Neigungswinkels multipliziren müsse, oder auch zusammengesetztere Formeln aufstellten (Oberst Duchemin), zogen es die andern vor, mit dem Quadrat des Sinus zu multipliziren. Ersteren schlossen sich in der Regel diejenigen an, welche an einschlägige Fragen als Neulinge oder auch als gänzliche Laien arglos herantraten, letzteren, wenigstens in Deutschland, die Mehrzahl derer, welche mathematische Rechnungen hierüber auszuführen hatten. Die zweite Annahme hat nämlich für den Rechner etwas Verführerisches, sie hat grosse rechnerische Annehmlichkeiten im Gefolge. Sie bedeutet, dass der Druck nur abhängt von der senkrecht zur Ebene genommenen Seitengeschwindigkeit der Strömung, dagegen gänzlich unabhängig ist von derjenigen parallel der Ebene. Erstere soll kurzweg die Normalkomponente heissen und ist (Fig. 16 b) $u = v \sin \alpha$, wenn v die Geschwindigkeit der Strömung und α ihr Neigungswinkel gegen die getroffene Ebene ist. Für die zweite Annahme sprachen ausserdem bei vielen gewohnte theoretische Anschauungen, für die erste der sehnliche Wunsch der Flugtechniker. Menschliche Wünsche sind alllerdings für die Natur gleichgiltig, indessen waren sie diesmal mehr als erfüllt. Das was man aus der Lehre von den Flüssigkeitsbewegungen jetzt weiss, stimmt durchaus mit jenen alten Beobachtungen überein und diese selbst sind im Wesentlichen durch neuere Versuche bestätigt worden.*)

Danach kann man für den Druck, welchen ein stationärer Flüssigkeitsstrom von der Geschwindigkeit v gegen eine ebene Wand ausübt, die er unter einem Winkel von α Grad trifft, angenähert setzen $K = kv^2 \sin \alpha = kvu$, wenn u wie oben die Normalkomponente bedeutet. Genauer liefert die Hydrodynamik
$$K = \frac{(4+\pi)\, kv^2 \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} = \frac{(4+\pi)\, kvu}{4 + \pi\, v:u},$$
eine Formel, die namentlich mit den alten Beobachtungen von Vince gut über-

*) Siehe Genaueres hierüber nebst Angabe der einschlägigen Litteratur in der schon oben citirten Abhandlung des Verfassers im „Civil-Ingenieur“ 1885, Band XXXI, Heft II.

einstimmt. Für den vorliegenden Zweck reicht die vereinfachte Formel $K = kvu$ aus. Das Verhältniss beider ist so, dass nach der der Wirklichkeit sich besser anschliessenden Formel die zu besprechenden Erscheinungen noch etwas schärfer hervortreten müssen, als nach der vereinfachten Formel, was also diese vorauszusagen gestattet, wird in Wirklichkeit erst recht eintreten.

6. Sinkverminderung, Abhängigkeit der Normalverschiebung vom Gleiten.

Während nach der früheren, in Deutschland meist herrschenden Ansicht der Druck stets derselbe sein musste, so lange nur die Normalkomponente der Geschwindigkeit dieselbe blieb, so lehrt ein Blick auf obige Formel $K = kvu$, dass dies keineswegs der Fall ist, dass vielmehr der Druck mit wachsender Geschwindigkeit v bei unveränderter Normalkomponente u ebenfalls wächst. Ist daher A (Fig. 4) eine ebene Platte, welche in senkrechter Lage einem Strome quer entgegen gestellt wird, der gegen sie mit der Geschwindigkeit $u = AD$ anfliesst, so erfährt der Druck, den sie erleidet, eine Steigerung, so bald man sie in ihrer eigenen Ebene mit irgend einer Geschwindigkeit $c = AC$ fortbewegt, obgleich die Normalkomponente der nunmehrigen resultirenden relativen Geschwindigkeit der Flüssigkeit, $v = AE$, vollkommen unverändert geblieben ist. Im ersten Falle ist der Druck proportional dem Quadrat der Strecke $AD = u$, im zweiten hingegen dem Rechteck aus AD und AE als Seiten; dieses ist aber immer grösser als jenes, also auch der Druck.

Wenn ein Körper — und zwar denken wir wieder an dünne ebene Scheiben, deren horizontale Lage vorläufig auf irgend eine Weise gesichert ist, — wenn ein solcher Körper dem Einfluss der Schwere gehorchend herabsinkt, so erreicht er bald die oben (Einleitung) genannte Fallschirmgeschwindigkeit. Alsdann ist der Widerstand der Luft gleich dem Gewichte, eine weitere Beschleunigung findet nicht statt, die Bewegung ist gleichförmig. Dann hat man $p = kU^2$, wenn p das Gewicht, $U = AB$ in Fig. 4 die Fallschirmgeschwindigkeit bedeutet. Besitzt nun aber der sinkende Körper zugleich noch eine Seitengeschwindigkeit $AC = c$, parallel seiner Widerstandsfläche, wie das durch einen ursprünglichen Stoss erreicht werden kann, aber bei dünnen Scheiben in Folge des früher besprochenen seitlichen Abgleitens (3 u. 4) vielfach ohne fremdes Zuthun kommt, so wird der Widerstand schon bei geringerer Fallgeschwindigkeit $AD = u$ gleich dem Gewichte sein, nämlich, wenn $AE \,.\, AD = AB^2$ oder $vu = U^2$ ist. Hieraus lässt sich bei gegebenem U für jeden Werth von c die zugehörige Geschwindigkeit des gleichförmigen Herabsinkens, u, berechnen. Man thut hierbei gut, das Verhältniss der Fallschirmgeschwindigkeit zu der Geschwindigkeit des Gleitens einzuführen, $AC : AB = c : U = 1 : n$. Man findet

$$u = \frac{U}{n} \,.\, \sqrt{-\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + n^4}} = Un\left(1 - \frac{1}{2}n^4 + \frac{7}{8}n^8 + \ldots\right).$$

Letztere Reihenentwickelung ist selbstverständlich nur giltig, so lange n^4 kleiner als $1/4$ ist. In Worten haben wir den Satz:

Die Geschwindigkeit des Herabsinkens in Folge der Schwere wird durch das Hinzutreten einer der Widerstandsfläche parallelen Geschwindigkeit vermindert. Ist diese merklich grösser als die Fallschirmgeschwindigkeit, so ist sie der ersteren umgekehrt proportional, die Zeit aber, welche die Scheibe braucht, um aus derselben Höhe herabzusinken, ist dieser Gleitgeschwindigkeit direkt proportional. Diese Erscheinung sei als **Sinkverminderung** bezeichnet.

Zur besseren Veranschaulichung dieser Verhältnisse ist die Fig. 1 entworfen, jedoch unter Benutzung der genaueren Formel.

Indessen ist zum Vergleiche die der abgekürzten Formel entsprechende Kurve punktirt auch noch eingetragen.

Die Fallschirmgeschwindigkeit U einer horizontalen Scheibe ist durch OA dargestellt. Um diese Strecke würde sie in jeder Sekunde senkrecht herabsinken. Besitzt sie aber die Seitengeschwindigkeit $OB = m \cdot OA$, so sinkt sie in der Sekunde nur um die Strecke BC herab, indem sie den Weg OC beschreibt, und nicht, wie man früher vielfach annahm, auf dem Wege OD um die Strecke $BD = OA$. Die Zahlen an der Linie OB geben den Werth der Gleitgeschwindigkeit OB im Vergleich mit OA, d. h. den Werth m an. Man erkennt aus der Kurve AC ohne Weiteres, dass die Normalverschiebung u hinter der Fallschirmgeschwindigkeit so lange nur wenig zurücksteht, als m kleiner als 1 ist, dass ferner für die Werthe von m zwischen 1 und 2 schon eine merkliche Abnahme erkennbar ist und dass für $m > 2$ die Geschwindigkeit des Sinkens der des Gleitens mehr und mehr umgekehrt proportional ist.

Die folgende kleine Tabelle giebt nach der genaueren Formel einige zusammengehörige Werthe für die Geschwindigkeit des Sinkens u und des Gleitens c, wobei für beide die Fallschirmgeschwindigkeit als Maassstab genommen ist.

u	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
c	0	0,529	0,784	0,938	1,127	1,338	1,618	2,058	2,940	5,678

Handelt es sich um einen Vergleich derjenigen Strecken, um welche unsere stets horizontal erhaltene Scheibe herabsinkt, wenn sie mit verschiedenen Geschwindigkeiten Wege zurücklegen soll, deren Horizontalprojektion die gleiche ist, so ergiebt sich für grössere Geschwindigkeiten ein doppelter Vortheil. Denn bei ihnen ist erstens die erforderliche Zeit des Schwebens, zweitens der Betrag des Sinkens in jeder einzelnen Sekunde geringer. Wenn beispielsweise die zu überfliegende horizontale Strecke gleich OE in Fig. 1 gegeben ist, so wird der mit der Geschwindigkeit OC sich bewegende Körper um die Höhe EF gesunken sein, bis die Horizontalprojektion seines Weges die gewünschte Länge hat. Macht man nun diesen der Gleitgeschwindigkeit OB entsprechenden Fallraum $BG = EF$, so giebt die Kurve der auf diese Weise gefundenen Punkte G unmittelbar dem Auge an, wie tief auf eine gleiche horizontale Entfernung hin derselbe Körper bei verschiedenen horizontalen (Gleit-) Geschwindigkeiten sinkt. —

Nunmehr erklärt sich auch vollständig, weshalb die in horizontaler Lage geschleuderte rotirende Kreisringscheibe (Fig. 2) so überraschend gut und weit flog. Da durch das Ausschneiden die seitliche Ausweichung vermindert war, so diente die Rotation in diesem Falle zur möglichsten Erhaltung der horizontalen Lage während des Fortschreitens und somit zur Verhinderung des Falles oder Abgleitens auf schiefer Ebene. Alsdann tritt die eben besprochene Fallverminderung entschieden hervor, da man beim Stosse die fortschreitende Geschwindigkeit leicht mehrmal so gross als die Fallschirmgeschwindigkeit machen kann.

Die besprochene Erscheinung ist für den Vogelflug ganz ohne Zweifel von grosser Bedeutung. Aber es scheint dem Verfasser, als wenn sie doch von manchen Seiten weit überschätzt würde, als wenn manche glaubten, dass bei einem mit ausgebreiteten Flügeln und konstanter Geschwindigkeit dahinschwebenden Vogel der Betrag des Sinkens unter seine Schwebe-Ebene ein ganz geringfügiger wäre. Um diese Vorstellung auf ihr berechtigtes Maass zurückzuführen, ist im Folgenden unter Benutzung der von Müllenhoff*) gegebenen Zahlen für mehrere Vögel, grade die berühmtesten Segler, ausser dem Gewicht p und der Segelfläche F

1) die Fallschirmgeschwindigkeit U;
2) der Betrag des Sinkens u in der Sekunde, bei einer Gleitgeschwindigkeit c von 15 m;
3) diejenige Geschwindigkeit, bei welcher das Sinken oder die Normalverschiebung u in der Sekunde gerade einen Meter beträgt,

in einer Tabelle vereinigt.

Namen.	Gewicht in kg. p.	Segelfläche in qm. F.	Fallschirm-geschwindigkeit in m. U.	Bei einer Geschwindigk. v. 15 m sinkt d. Vogel um u m. u.	Bei einer Geschwindigk. v. c m sinkt d. Vogel um 1 m. c.
cypselus apus, Mauersegler.	0,033	0,0159	4,062	0,728	9,37
larus melanocephalus, Möve.	0,280	0,1348	4,082	0,63	9,45
buteo vulgaris, Bussard.	0,600	0,3055	3,963	0,59	8,90
ciconia alba, Storch.	2,140	0,6152	5,275	1,09	15,79
haliaëtus albicilla, Seeadler.	5,000	1,1047	6,028	1,46	20,52
diomedea exulans, Albatros.	12,700	1,7800	7,563	2,35	[illegible] 47
—	100	16	7,071	2,06	28,39
—	100	64	3,535	0,47	7,10

*) „Die Grösse der Flugflächen." Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie Bd. XXXV, 1884, Seite 407.

paares hin ausweichen, d. h. auf den Beschauer zu. Der ungleiche Luftdruck, welcher den Körper nach links überzukippen trachtet, bewirkt demnach im Verein mit der vorhandenen Rotation, dass der Körper sich hintenüberzuneigen beginnt und diese Aenderung seiner Lage so lange fortsetzt, als noch eine Gleitgeschwindigkeit vorhanden ist. War die geworfene Scheibe ursprünglich horizontal gerichtet, so beginnt sie mit dem Vorderrande mehr und mehr aufzukippen und fährt dann auf schiefer Ebene bergauf. Hierbei vermindert sich durch den Einfluss der Schwere die Geschwindigkeit und wird null. Alsdann beginnt der Körper wieder rückwärts herunterzugleiten, und das Spiel wiederholt sich im entgegengesetzten Sinne, indem immer das obere Ende der Axe sich von der voranschreitenden Seite des Körpers fortneigt.

Diese stetige Lagenveränderung der Drehungsaxe, deren Grund die ungleiche Sinkverminderung der rechten und der linken Seite der sternförmigen Scheibe ist, soll als **Rückausweichung der Axe** oder als **Ausweichung zweiter Art** bezeichnet werden. Ihre Axe liegt stets nach rechts von der Richtung des Gleitens und zwar senkrecht zu dieser, wenn die beiden in der Scheibe gelegenen Hauptträgheitsaxen einander gleich sind.

Noch ist darauf aufmerksam zu machen, dass sich bei einer Drehung, wie sie durch linksexzentrischen Stoss hervorgebracht wird, die Erscheinung genau in derselben Weise abspielt, da zugleich mit dem Sinne der Drehung auch aus dem linksneigenden ein rechtsneigendes Kräftepaar geworden ist.

Leider gelingt es nicht ganz, den besprochenen Bewegungsvorgang rein und unvermischt darzustellen, dergestalt, dass eine ursprünglich horizontale Scheibe mit ihrem Schwerpunkt vollkommen in der durch die Richtung des Stosses bestimmten Ebene bliebe und in dieser eine Bahn beschriebe, ungefähr wie Figur 13. Vorhanden und auch deutlich erkennbar ist aber der besprochene Bewegungsvorgang jedesmal dann, wenn die geworfene Scheibe von der Form eines Kreises oder Kreisringes abweicht, wenn sie länglich ist oder Ecken hat. Schon eine quadratische Scheibe lässt den Einfluss des seitneigenden Kräftepaares an einem allmählichen Aufkippen erkennen. Am besten tritt die Erscheinung an einem Kreuz oder Stern mit möglichst schmalen Armen hervor, dessen mittlerer Theil zweckmässiger Weise durchbrochen ist, etwa wie in Figur 21.

Verstärkt man die fortschreitende Bewegung auf Kosten der Rotation, indem man den ursprünglichen Stoss näher am Mittelpunkt des Körpers vorüberführt, so tritt die Erscheinung leicht so heftig auf, dass der Körper steiler und steiler auffährt, über die Senkrechte hinaus, und dann bei beginnendem Falle statt zurückzukehren nach der entgegengesetzten Seite weiter fährt, indem jetzt die ursprünglich obere Seite untere geworden ist. (S. Fig. 14.)

Es wurde eben behauptet, dass es nicht gelänge die besprochene Bewegung rein darzustellen. Auch wenn man bei einem Kreuze ziemlich schmale Arme verwendet, macht sich die Verschiebung des Angriffspunktes

im Sinne der fortschreitenden Bewegung dadurch bemerkbar, dass die Rotationsaxe allmählich nach der Seite ausweicht, wie in No. 5 besprochen. Je breiter die Arme des Sterns, je grösser die Fläche des mittleren Theiles, um so stärker macht sich dieser Einfluss geltend. In Folge dessen fährt jetzt der aus horizontaler Anfangslage rechtsexzentrisch gestossene Stern die schiefe Ebene, die er sich schafft, nicht mehr grade hinauf, sondern gleitet nach rechts ab. Und da diese Einflüsse während der Bewegung sich stetig fortsetzen, je nach der Grösse und Richtung der augenblicklichen Bewegung, so führt der Körper rechts herum eine Bogenbewegung aus, während er auf- und niederschwingt. Hiermit stehen wir aber schon mitten in der

Bumerangbewegung.

Gestalt und Form derselben sind aber aufs Aeusserste veränderlich. Sie hängen ab von der Grösse der Fallschirmgeschwindigkeit, der der fortschreitenden Geschwindigkeit, der mitgetheilten Rotation, des aufkippenden und des seitneigenden Kräftepaares und sehr wesentlich endlich auch von der ursprünglichen Lage, Grössen, die übrigens nicht alle von einander unabhängig sind.

Dieselben Kräfte, welche wir der Einfachheit halber an regelmässig gestalteten Scheiben erklärt haben, treten nun in ähnlicher Weise auch bei ganz beliebig gestalteten Scheiben auf. Je schmaler und länger dieselben sind, desto mehr tritt die Wirkung des seitneigenden Kräftepaares, die Ausweichung zweiter Art, hervor, je breiter und kürzer sie hingegen sind, desto mehr überwiegt die Ausweichung erster Art.

Hierbei möge eingeschaltet werden, dass bei beliebig gestalteten ebenen Scheiben die Hauptträgheitsaxen im Allgemeinen nicht mehr einander gleich sind. Alsdann ist die Axe einer jeden Ausweichung in ihrer Lage innerhalb gewisser Grenzen veränderlich, auch der Grösse nach veränderlich und wird während einer ganzen Umdrehung der Scheibe um die früher angebene Lage als durchschnittliche schwanken. Die Veränderlichkeit der Grösse erhellt am besten, wenn man sich die Scheibe in der Gestalt eines länglichen Rechtecks vorstellt. Während dieses quer zur Richtung des Gleitens steht, erreicht das seitneigende Kräftepaar seinen grössten Werth, wenn es hingegen parallel derselben steht, seinen kleinsten, vielleicht null.

Im Uebrigen bleiben wir hier bei der Voraussetzung stehen, dass die beiden in der Ebene der Scheibe selbst gelegenen Hauptträgheitsaxen einander gleich sind.

Gab man ihr anfangs eine wagerechte oder nach rechts geneigte Lage, so spielt sich die Bewegung ab, wie oben beschrieben und in der Figur 11 schematisch angedeutet, in welcher, wie auch in den beiden folgenden, die Kurve rechts den Grundriss, die links deren von der Seite her gesehenen Aufriss darstellt.

War anfänglich eine schwache Neigung nach links vorhanden, so beginnt die Scheibe, während sie steigt, nach links abzugleiten (Fig. 10); da sie sich

aber beständig mehr und mehr nach rechts überneigt, so kommt die Drehungsaxe bald in die durch die Bewegungsrichtung gelegte Vertikalebene, im Punkte *B*, und gleitet dann in Folge der nun beginnenden Rechtsneigung nach rechts herum ab und zurück. Bei dieser Bewegung fliegt also die Scheibe ohne sonderliche Umwege wieder auf den Experimentator zurück, der sie mit den Händen greifen kann.

Bei noch stärkerer Linksneigung wird der Bogen links herum immer grösser, das Steigen nimmt ab, der Bogen nach rechts bleibt schliesslich ganz fort, weil die Scheibe schon vorher wieder den Boden erreicht, und die Bahn geht endlich in die Form Figur 12 über. Sind alle mitwirkenden Faktoren passend abgeglichen, so beschreibt die Scheibe links herum einen grossen Bogen, ohne dabei ihre Höhe über der Erde wesentlich zu ändern. Dies ist der wunderbare Bumerangwurf, der vor allen anderen Würfen den Schauenden in Staunen und Verwunderung versetzt.

Diese Bewegung ist zu vergleichen — eigentlich mehr als zu vergleichen — mit der Bewegung eines Kreispendels. Man denke sich einen Hohlkegel mit der Spitze *S*, Fig. 17. Auf seiner Fläche soll eine kleine Kugel A durch einen horizontal gerichteten Stoss in's Gleiten gebracht werden. Damit sie in derselben Höhe bleibe, also den in der Figur angedeuteten Kreis mit dem Mittelpunkt *M* beschreibe, muss die ihr mitgetheilte Geschwindigkeit A*B* eine ganz bestimmte Grösse haben und zwar so gross, dass die Resultante aus der Centrifugalkraft und der Schwere senkrecht zur Tangentialebene der Kegelfläche stehe, also in die Richtung A*D* falle.

Wenn nun eine geworfene Scheibe sich immer nur streng in ihrer eigenen Ebene fortbewegte und nicht zugleich in Richtung ihrer Normale nach unten verschöbe, so liesse sich eine Bewegung denken, die genau der der erwähnten Kugel gliche. Denn da bei jener Kreisbewegung die Geschwindigkeit A*B* in jedem Augenblicke senkrecht zur Kante des Kegels steht, so würde das seitneigende Kräftepaar bei passender Grösse ein Ausweichen der Axe in der Weise bewirken, als wenn die Scheibe beständig um die Kante des Kegels *S*A gedreht würde. Die Axe dieser Drehung ist A*C*. Die Thätigkeit dieses Kräftepaares allein, also die Ausweichung zweiter Art, würde unter den angegebenen Umständen zur Erklärung der Bewegung ausreichen und die Ausweichung erster Art wäre nur störend.

Nun weicht die Luft aber unter dem Drucke der Scheibe aus. Diese wird also in der Sekunde gleichzeitig mit ihrer sonstigen Bewegung um eine gewisse Grösse in Richtung der Normale des Kegels, etwa um die Strecke A*D* verschoben, senkt sich also unter die Ebene des Kreises um die Grösse *ED*. Um dieses zu verhindern, hätte die Gleitgeschwindigkeit von vorn herein schräg aufwärts gerichtet sein müssen, damit die Scheibe aus diesem Grunde ebenso viel steigt wie sie durch die Normalverschiebung sinkt. Diese Geschwindigkeit sei A*F*. Nunmehr erfolgt aber die Rückausweichung nicht mehr um A*C* als Axe, sondern um A*G*, wenn A*G* wiederum auf A*T* senk-

recht steht. Da die Drehung der Ebene aber um AC erfolgen muss, damit diese auch in der nächsten Sekunde wieder Tangentialebene des Kegels sei, so muss sich mit der Ausweichung um die Axe AG eine solche von passender Grösse um die Axe der Seitenausweichung, AH, zusammensetzen, deren resultirende Axe dann AC ist. Man kann sich also vorstellen, wie zwischen der Geschwindigkeit und den beiden Ausweichungen solche Beziehung, wenn auch nur vorübergehend, bestehen kann, dass eine Bewegung in horizontalem Bogen erfolgt.

Mit Scheiben von der in Fig. 21 dargestellten Form gelingt das ganz gut, wenn man sich die bestimmenden Grössen passend ausprobirt.

Wir sagten, eine solche Bewegung kann vorübergehend stattfinden. Denn da die Scheibe beständig durch das Verdrängen der Luft in Richtung ihrer Normale Arbeit leistet, ohne dass sie sinken soll, also ohne dass die Schwere diesen Arbeitsverlust ersetzt, so geschieht das auf Kosten der ihr anfänglich mitgetheilten Geschwindigkeit. Die Bedingungen für das Beschreiben eines horizontalen Bogens ändern sich also beständig und werden nur vorübergehend erfüllt sein können.

Ein weiteres Eingehen glaubt der Verfasser sich hier versagen zu müssen. Aber es dürfte aus dem Vorstehenden doch erhellen, dass man erstens von der Reibung der Luft bei der Erklärung der Bewegung des Bumerang ganz schweigen kann, dass zweitens die windschiefe Fläche nicht die beherrschende Stellung einnimmt, die man ihr seit Erdmann's Aufsatz (Poggendorff's Annalen, 137 p. 1.) zuerkannt hat, dass drittens die drei Elemente der fraglichen Bewegung: das Gleiten und die beiden Ausweichungen, sich aus den bekannten Eigenschaften des Flüssigkeitswiderstandes mit Nothwendigkeit ergeben.

Anmerkung: Es liegt nicht in dem Rahmen dieses von der Bewegung ebener Scheiben handelnden Aufsatzes, weiter auf die Theorie der Bumerang einzugehen. Es sei über die Wirkung der schiefen Fläche nur so viel bemerkt, dass sie die Ausweichung zweiter Art vergrössert. Denn der augenblicklich rechts befindliche Flügel — ein Bumerang gleich beim gewöhnlichem Wurfe einer rechts exzentrisch getroffenen Scheibe — bei dem die fortschreitende und die Drehungs-Geschwindigkeit übereinstimmen, wird durch die Wirkung der schiefen Fläche, welche im Sinne der Drehung ansteigt, stärker gehoben, als der linke, bei dem sogar meist ein Niederdrücken stattfinden wird, da die erste jener beiden Geschwindigkeiten in der Regel überwiegt.

Wir sahen oben, dass es bei dem Wurfe links herum in wesentlich gleicher Höhe vor allen Dingen auf die Ausweichung zweiter Art ankam. Daher ist die Verstärkung dieser Erscheinung durch die Wirkung der schiefen Fläche von grossem Werthe um so mehr, als diese unabhängig von der Lage des Bumerang gegen die Richtung der Schwere ist.

Es sind dem Verfasser übrigens auch Bumerangs vorgekommen, bei denen die schiefe Ebene falsch gedreht war. Sie fliegen nach gewöhnlichen Begriffen in gewohnter Weise geworfen schlecht. Wahrscheinlich würde sich mit ihnen mit der linken Hand ein guter horizontaler Bogenwurf rechts herum haben ausführen lassen.

Nachschrift: Noch ehe der vorstehende Vortrag zum Drucke befördert worden war, wurde der Verfasser von befreundeter Seite auf einen inzwischen erschienenen interessanten Aufsatz „Vogelflug und Bumerang“ des Herrn Professor Karl Fuchs in Oedenburg aufmerksam gemacht. (Erschienen in „Die Natur“, Heft 8, d. 20. Febr. 1886 und Heft 11, d. 13. März 1886, Halle bei Schwetschke.) Beide Aufsätze, obgleich von verschiedenen Seiten ausgehend, decken sich dem Inhalte nach vielfach. Herr Fuchs kennt den Satz, „dass in der Luft sowohl als im Wasser ein horizontal bewegter Körper im gleichzeitigen Fallen einen ungleich grösseren Widerstand findet, als ein Körper, der keine horizontale Geschwindigkeit hat,“ giebt eine allgemein verständliche Ableitung desselben — gegen welche sich allerdings Einwendungen erheben liessen, die wir aber verschweigen, weil es sich offenbar nur um eine Verständlichmachung des Satzes, nicht um einen Beweis handelt — leitet aus denselben Anschauungen die Verschiebung des Angriffspunktes dem Strome entgegen und daraus dann wieder die Erscheinung ab, welche im vorstehenden Aufsatze „Seitenausweichung“ (No. 5) genannt worden ist.

Wunderbarer Weise ist ihm aber die „Ausweichung zweiter Art“ und ihre Wichtigkeit für die Bewegung des Bumerang ganz entgangen. Er bemüht sich mit Hilfe der Reibung des Bumerang an der Luft zu erklären, warum derselbe linksherum einen Bogen beschreibt und nicht rechtsherum, eine Erklärung, von der Herr Fuchs selbst empfindet, dass sie eigentlich grade zum entgegengesetzten Resultate führen muss, als zu dem, welches er, das Ziel vor Augen, daraus ableitet. Denn es wird Niemand ohne weiteres glauben, dass der Reibungswiderstand an dem vorderen Theile der Unterseite der Scheibe, wo ja doch der Druck der Luft viel stärker ist als hinten (vergl. hierüber des Verfassers Aufsatz: „Einige Bemerkungen über den Widerstand etc.“ im Civilingenieur XXXI. Band, 2. Heft, Abschnitt II, Leipzig 1885 bei Arthur Felix) geringer sein sollte, als an deren hinterem Theile. Es lässt sich das ebenso gut behaupten, wie bestreiten. Denn man darf die zu erklärende Erscheinung offenbar so wenig zum Beweise gebrauchen, als es in der Mathematik üblich ist, sich beim Beweise auf die Behauptung zu stützen.

Dazu kommt, dass diese Anstrengung des Herrn Fuchs überhaupt verlorene Liebesmüh' ist. Denn es ist gar keine besondere Eigenschaft des Bumerang, einen Bogen links herum zu beschreiben. Er thut das eigentlich viel lieber rechts herum, wie schon Erdmann in Poggendorff's Annalen 137 p. 1 einen Wurf linksherum, einen geradeaus und zurück und einen solchen rechtsherum aufzählt, ganz nach der Anfangslage, in der man ihn wirft.

Wäre die Erklärung des Herrn Fuchs richtig, dann müsste eine ursprünglich horizontale, durch rechtsexzentrischen Stoss geschleuderte Kreisringscheibe offenbar einen Bogen links herum beschreiben. Daran denkt sie aber gar nicht. Es tritt vielmehr lediglich die in No. 5 beschriebene und durch das Ausschneiden abgeschwächte Rechtsausweichung ein, verbunden mit Gleiten und Sinkverminderung.

Neigt man die Scheibe anfangs nach rechts, so gleitet sie in einem Bogen stark nach rechts ab und dieser Vorgang wird durch die Rechtsausweichung allmählich verstärkt. Neigt man sie anfangs nach links, so gleitet sie auch nach dieser Seite ab, einen Bogen beschreibend; aber es wird jetzt diese Bewegung durch die stetig wirkende Rechtsausweichung der Axe geschwächt, so dass endlich der Bogen links herum in einen solchen rechts herum übergeht. Dieser Uebergang des einen Bogens in den andern wird ja auch beim Bumerang, wie bei jeder geworfenen Scheibe leicht beobachtet.

Wir glauben ferner noch hervorheben zu müssen, dass sich auch die Erklärung des Schwebefluges (Kreisens) gewisser Vögel, z. B. der Falken, mit Hilfe des Satzes von der Sinkverminderung keineswegs so leicht macht, als Herr Fuchs es zu glauben scheint. Wie aus der oben in (No. 6) gegebenen kleinen Tabelle ersichtlich, sinken die Vögel auch bei beträchtlichen Geschwindigkeiten noch viel zu stark, um ein mehrere Minuten anhaltendes Kreisen lediglich als „Sinkverminderung in Folge Gleitens" erklären zu können. Vielmehr sind gewisse Windverhältnisse Vorbedingung für ein Schweben in durchschnittlich gleicher Höhe. (Siehe hierüber des Verfassers Aufsatz in dieser Zeitschrift 1884, Heft XI, Seite 326 und 327: „Bemerkungen zu dem Aufsatze des Herrn Weyher: sur le vol direct de l'homme.")

Auch dass lange und schmale Flügel, wie sie Albatrosse haben, mit ihrer Unterfläche der Luft einen grösseren Widerstand entgegensetzen, als kürzere, aber dafür breitere, von gleicher Fläche, ist doch wohl nicht ganz ausgemacht. Theoretisch ist es nicht erwiesen, und auch die Erfahrung zeigt, dass eine grosse Gruppe von Vögeln, die des „Geiertypus" (Müllenhof, „die Grösse der Flugflächen," Pflügers Archiv XXXV. 1883, p. 427), trotz ihrer verhältnissmässig kurzen und breiten Flügel ausgezeichnete Segler sind. Es liesse sich übrigens eine Entscheidung hierüber ohne grosse Schwierigkeit auf mancherlei Weise herbeiführen.

Zum Schluss sei es dem Verfasser noch gestattet, seiner Freude Ausdruck zu geben, dass er mit den Ansichten des Herrn Fuchs in so vielen Punkten übereinstimmt, namentlich aber auch in dem Bestreben, so interessante Fragen, wie die hier behandelten oder auch nur berührten, ihrer Klärung näher zu bringen.

Ueber die Möglichkeit des persönlichen Kunstfluges

von Ernst Freiherr von **Wechmar.**

(Fortsetzung statt Schluss)

Meine in No. 11 vom 7. Februar d. J. enthaltene Entgegnung lautete:

Sowohl in den, in meiner Schrift: „Fundamentalsätze der Flugtechnik" enthaltenen Ausführungen als auch in meiner letzten Entgegnung (s. Nr. 8 dieser Zeitschrift) wies ich ausdrücklich darauf hin, dass die durch Uebung zu erwerbende Kraft und Geschicklichkeit des thierischen Organismus als Motor für jedwede Art der Fortbewegung (Gehen, Kriechen, Schwimmen und insbesondere auch Fliegen) der

mechanischen Arbeitsleistung einer Maschine gegenüber, so variable und unsichere Werthe für das mathematische Kalkül bietet, dass dieselbe nicht wohl zur Grundlage einer sicheren Bemessung dafür dienen kann. Der Herr Rezensent findet es aber „nutzlos, hierüber zu argumentiren“, da dies „niemals zu einem beweiskräftigen Urtheil zu führen vermag“, und zieht es vor, ein wenig „in dem Einmaleins der Mechanik zu blättern.“ — Wolle doch der Herr Rezensent mir aufs Wort glauben, dass dieses jedem Realschüler geläufige „Einmaleins“ mir keineswegs unbekannt ist, und ich vor Verfassung meiner Arbeit über Flugtechnik reiflich erwogen habe, was die Mechanik der Wissenschaft zur Belehrung für den konkreten Fall zu bieten vermag. Ich habe aber auch die Lehren der Physiologie mir zunutze zu machen gesucht und nicht eben nur die Mechanik, sondern auch die Naturlehre des Fluges studirt; auf dieses Gebiet aber scheint der Herr Gegner mir nicht gerne folgen zu wollen. Uebrigens habe ich gegen die Richtigkeit jenes „Einmaleins“ an sich nichts einzuwenden, bemerke jedoch, dass die von gegnerischer Seite gepflogene Anwendung zu Trugschlüssen führt. Es wird eine Sache verfochten, um die es sich im Grunde gar nicht handelt, und dabei passirt es, dass nicht nur leere Lufthiebe geführt, sondern auch, dass man in dem gewonnenen Resultate sich mit den eigenen Waffen schlägt, wie dies eine nähere Prüfung ergiebt und ich sogleich nachweisen werde. Die durch die Muskelkraft des Menschen als Maschine zu verrichtende Arbeitsleistung mag nicht grösser sein als „höchstens 20 Meterkilogramm, als etwa $^1/_5$ Pferdekraft.“ Die Natur hat aber nichtsdestoweniger vermöge der Lebensthätigkeit als Agens unseres Organismus das Problem gelöst, dass wir nebsther auch unser Eigengewicht ohne merkliche Belastung der Bewegungsorgane meilenweit fortzuschaffen, ja sogar, wie bekannt, durch den Sprung momentan „in die Luft“ zu heben vermögen, also thatsächlich 75 Meterkilogramm mechanische Arbeitsleistung vollführen, — nach des Herrn Gegners eigener Berechnung. Dieses Problem zu lösen ist der Mechanik, in Hinsicht auf die Hubkraft einer Maschine (wie der Herr Rezensent als Techniker zugeben müssen wird), bisher wenigstens nicht gelungen, und hierin besteht eben der wesentliche Unterschied zwischen Lebewesen und Maschine. Mittels Maschine lassen sich beliebig grosse Lasten heben und fortschaffen; aber sie repräsentiren an sich eine todte Last, und keine ist im Stande, wie der Mensch durch die ihm innewohnende Kraft sich selbstthätig, als lebendige Kraft, wenn auch nur für einen Moment, in die Luft zu heben. Dieses Moment ist aber für jedwede Art der Fortbewegung belebter Wesen (beim Gehen, wie beim Kriechen, Schwimmen und namentlich auch beim Fliegen) von höchster Wichtigkeit. Es ist durchschnittlich beim Vogel keineswegs grösser als beim Menschen, denn ohne seinen natürlichen Flugapparat vermag auch der Vogel nicht zu fliegen und, der Flügel beraubt, hebt er sein Eigengewicht durch den Sprung vom Boden ebenfalls nicht höher und auch nur momentan in die Luft. Aber auch vermöge seines besseren spezifischen Gewichtes und seines vorzüglichen Flugapparates ist er nicht im Stande, dauernd in der Luft auf einer Stelle sich zu erhalten, sondern er ist genöthigt, vom ersten Moment ab, da er sich in die Luft erhebt, zweckmässige Bewegungen seiner Flugorgane auszuführen, um die auf ihn wirkende und ihn sonst zu Boden ziehende Schwerkraft zu überwinden. Das Fliegen des Vogels ist also die zweckmässige Fortbewegung desselben in der Luft mittels seines natürlichen Flugapparates, und nicht — wie der Herr Rezensent deduzirt, — etwa einfach ein dauerndes Heben der Körperlast vom Boden, selbst ohne schwebende Bewegung. Denn hierzu reicht keine erdenkliche

Kraft aus, da nach dem physikalischen Gesetz der Schwere Alles, was spezifisch schwerer ist als die Luft, zu Boden fallen muss, wie dies thatsächlich auch beim Vogel der Fall ist, sobald er durch einen Unfall die Flugbewegungen einzustellen gezwungen ist; beispielsweise wenn ihn die Kugel des Jägers trifft. Die Hubkraft des Vogels an sich, zur Hebung des eigenen Körpergewichtes in die Luft ist also, ich wiederhole es, nicht wesentlich beträchtlicher als die des Menschen. Die Anfangsgeschwindigkeit und die weitere Fortbewegung aber wird durch die fallschirmartigen Flugorgane bewirkt. Diese Bewegungsorgane versetzen durch ihre fallschirmartige Wirkung, wie ich in meiner Schrift eingehend nachgewiesen habe, die Flugthiere etwa in dasselbe Verhältniss zur Luft als Unterlage, wie die Schwimmthiere vermöge ihrer Flossen zum Wasser und die Landthiere vermöge der Füsse zum festen Erdboden. Allen aber ist von Natur durch die organische Lebensthätigkeit als Agens die Möglichkeit verliehen, sich willkürlich fortzubewegen, d. h. die Gravitation zu überwinden und ihr Körpergewicht ohne fühlbare Belastung der Bewegungsorgane zu heben und fortzuschaffen. Allerdings bedarf es hierzu der Uebung, um die Bewegungsorgane zu kräftigen und die nöthige Geschicklichkeit zur Erhaltung des Gleichgewichtes zu gewinnen; aus dem Zustande der Labilität in den der Stabilität zu gelangen — ein zweiter sehr wesentlicher. Unterschied zwischen thierischem Organismus und Maschine, da dadurch die mechanische Arbeitsleistung um das zehn- und hundertfache erhöht werden kann, während dies bei ein und derselben Maschine nicht möglich ist. — Der Mensch muss in seiner Kindheit gehen, der Fisch schwimmen, der Vogel fliegen lernen. — — Eine Nutzanwendung des Gesagten ergiebt die Möglichkeit des persönlichen Kunstfluges. Der Mensch hat dieselbe oder doch nahezu dieselbe Hubkraft zur Hebung seines Körpergewichtes, wie die Flugthiere. Vermöge eines kunstgerechten Flugapparates, der dieselben Eigenschaften besässe, wie die den Flugthieren von Natur verliehenen fallschirmartig wirkenden Bewegungsorgane, würde auch er in dasselbe Verhältniss wie jene zur Luft gebracht werden, d. h. er würde beim Fluge der auf ihn wirkenden Gravitation etwa nur in dem Grade ausgesetzt sein, wie ohne denselben zum Wasser; er würde nämlich ohne Fortbewegung zwar auch zu Boden fallen, aber bedeutend sanfter, etwa in dem Grade, wie ein des Schwimmens Unkundiger im Wasser sinkt. Was das spezifische Körpergewicht anbelangt, so habe ich durch Luftpolster, welche den Körper theilweise umschliessen, die Verbesserung desselben nahezu dem der Vögel (etwa um das 4- bis 5fache verbessert). mindestens also gleich dem der Fledermäuse erreicht; namentlich aber bieten diese Luftpolster auch dem Anfänger die Möglichkeit, die nöthigen Vorübungen gefahrlos betreiben zu können. Um dies zu erreichen, wären diese Vorübungen am besten über einem Wasserspiegel anzustellen. Es müsste zunächst die fallschirmartige Wirkung erzielt und dann durch rationelle Flugbewegungen das Fliegen selbst zu erlernen getrachtet werden. Diesbezügliche systematische Versuche wurden eben bisher leider nicht angestellt. Ich verhehle mir keineswegs die grossen Schwierigkeiten in Hinsicht der Anfertigung eines wirklich kunstgerechten, gut funktionirenden Flugapparates, und weiss recht wohl, dass die Vervollkommnung desselben jedenfalls Zeit und vielseitiger Betheiligung bedarf. Es müsste sich ein Flugsport ausbilden, worauf allerdings bei der allgemeinen Skepsis, mit welcher die Sache, wenigstens gegenwärtig, betrachtet wird, freilich nicht alsbald zu rechnen ist. Aber dieser Umstand legt mir eben die Pflicht auf, für die Sache mit aller Kraft einzustehen, da ich mich eben von der Möglichkeit des persönlichen

Kunstfluges überzeugt halte*). Ich schliesse mit den Worten, welche auch den Schluss meiner in Rede stehenden Schrift bilden: „Nichtsdestoweniger halte ich mich überzeugt, dass einst, vielleicht in nicht zu langer Zeit, auch dieses Problem eine befriedigende Lösung finden wird. Ist auch der Anfang schwer, so werden doch bescheidene Resultate zu immer schöneren Erfolgen, zu grösserer Vervollkommnung auf diesem Gebiete führen. Es wurde gezeigt, wie eigentlich die Fertigkeit des Schwimmens für den Menschen schwieriger zu erreichen ist, jedenfalls eines grösseren Kraftaufwandes bedarf, als die des Fliegens, nämlich bei Voraussetzung eines wirklich kunstgerechten Flugapparates und systematischer Vorübungen. Sind nun wohl auch bezüglich des Schwimmens eigentlich nur sehr geringe Resultate bisher erzielt worden, so muss doch billigerweise berücksichtigt werden, dass das Wasser nicht unser Element ist und dass, wenn dies der Fall wäre, die Kunst leicht Bedeutenderes auf diesem Gebiete erreichen würde, da Schwimmblase und Schwimmgürtel dies recht wohl ermöglichen würden. Die Luft aber ist recht eigentlich unser Element, in dem wir leben, uns unseres Daseins und unserer Gesundheit erfreuen, zumal wenn wir im Stande wären, uns gleich dem Adler in den Aether aufzuschwingen. Wird einmal das persönliche Fliegen durch einen kunstgerechten Flugapparat ermöglicht sein, so werden sich sicher auch allmälig die Mittel finden, — Ballon, Fallschirm, — welche analog dem Schwimmgürtel die Möglichkeit einer Erleichterung bieten, um leicht, frei und ausdauernd sich bewegen zu können, und nicht nur idealer, sondern auch ein realer Nutzen sich erreichen lassen. Diejenigen aber unter den Sportsmen und Edelgesinnten, welche vorurtheilsfrei sind und um der Sache willen selbstlos dieselbe durch Versuche fördern möchten, finden mich gerne zu Auskünften bereit. Fürwahr! es wäre betrübend, wenn um verrotteter Vorurheile willen eine Idee theilnahmslos zu Grabe getragen werden müsste, deren Realisirung wohl als eine Kultur-Errungenschaft sondergleichen zu betrachten wäre. Ich halte mich aber überzeugt, dass die Ideale der Menschheit keineswegs ein so trauriges Schicksal erfahren können und dass, trotz der materiellen Richtung der Zeit, in der wir leben, es immerhin noch Viele giebt, die sich frei und selbstständig von Vorurtheilen zu machen und für jene Ideale zu begeistern vermögen!“

(Schluss folgt.)

*) Eine gründlichere Nachweisung der Möglichkeit des persönlichen Kunstfluges ist hier selbstverständlich unthunlich. Ich muss diesbezüglich auf die Ausführungen in meiner Schrift: „Fundamentalsätze der Flugtechnik“, welche durch jede Buchhandlung zu beziehen ist, hinweisen, namentlich auf die darin enthaltenen Abschnitte: Gewinnung der Anfangs- und der Fluggeschwindigkeit überhaupt. Die Körperkraft der Land- und Wasserthiere ist verhältnissmässig bedeutender, die Organisation, namentlich der Fische, vorzüglicher als die der Vögel, der thatsächliche Kraftaufwand beim Fliegen aber keineswegs bedeutender, als der beim Gehen oder Schwimmen. Schlussfolgerungen auf die Flugfähigkeit des Menschen, falls die Kunst zu ersetzen im Stande ist, was an Flugmitteln die Natur dem Menschen versagte. Widerlegung der allgemein verbreiteten Ansicht, dass die Hebung des Körpergewichts beim Fliegen eine andere Rolle spiele, als beim Gehen oder Schwimmen. Nicht der hochdifferenzirte Vogelflügel, sondern der Flugmantel der Fledermaus erscheint bei Herstellung eines künstlichen Flugapparates als geeignetes Modell.

Opfer der Luftschifffahrt.

I.

Mitte Februar d. J. ging folgende Nachricht, welche der „Frankfurter Zeitung“ entnommen war, durch Berliner Blätter:

„Brest in Frankreich. (Verunglückte Luftschiffer.) In der vorigen Woche stieg hier der Ballon „Fugitif“ in die Höhe. In demselben befanden sich der Aëronaut Dubois-Carroul, der Komponist Aimé Girard und der Bariton der Grossen Oper in New-York, Herr Jules Renaud. Gleich nach dem Aufstieg erhob sich ein starker Wind, man sah den Ballon längere Zeit über Brest schweben. Die Schiffer versuchten angesichts der Gefahr, sich wieder herabzulassen, doch vergebens. Hierauf begannen sie alles aus der Gondel hinunterzuwerfen, in der Hoffnung, dadurch in höhere, sturmfreie Regionen zu kommen. Aber unglücklicherweise erfasste ein scharfer Luftstrom den Ballon und entführte ihn mit einer solchen Geschwindigkeit, dass derselbe bald weit vom Lande über der Meeresfläche schwebte. Seitdem fehlt jede Nachricht über die kühnen Luftschiffer. In letzter Stunde heisst es, dass ein russisches Schiff auf offener See in nicht weiter Entfernung die Gondel eines verlassenen Ballons gesehen, die mit grosser Geschwindigkeit gegen Norden trieb.“ —

So lautet der Artikel, welcher wieder die Besorgniss und Furcht vor Luftreisen erhöhen muss, aber gerade deswegen halten wir es für nöthig, uns den Bericht etwas näher anzusehen. Zunächst wird die Wahrhaftigkeit dieser Mittheilung durch Angabe der Personen und des Namens der Mitfahrenden und des Luftschiffers erhöht. Alsbald jedoch muss ein mit der Sache Betrauter ungläubig den Kopf schütteln. Es erscheint doch wie ein wunderbarer Widerspruch, wenn geschrieben wird: „Gleich nach dem Aufstieg erhob sich ein starker Wind; man sah den Ballon längere Zeit über Brest schweben.“ — Angenommen, ein starker Wind hätte sich erhoben, so würde der Ballon gewiss nicht längere Zeit über Brest geschwebt haben. Wir können es aus eigener Erfahrung behaupten, dass jeder, auch nur geringe Luftzug den Ballon mit sich führt. Im verflossenen Sommer betheiligte sich der Schreiber dieses z. B. bei einer Fahrt, während welcher man auf der Erde unten kaum Wind verspürte, obwohl sich oben der Ballon schon bei 200 Meter Höhe mit einer Geschwindigkeit von 11 Meter in der Sekunde von dem Auffahrtspunkte bei Berlin entfernte.

Doch prüfen wir die Zeitungsnachricht weiter: „Die Schiffer versuchten angesichts der Gefahr, sich wieder herabzulassen, doch vergebens.“ Woher weiss dies der betreffende Berichterstatter? War er vielleicht mit in der Gondel? Die Luftschiffer sind, wie behauptet wird, verschollen, sie konnten also keine Mittheilungen machen und von der Erde aus ist es nicht zu sehen, ob in der Gondel die Ventilleine gezogen wird. Im Uebrigen wäre es ein Beweis ärgster Unfähigkeit in Bezug auf aëronautische Thätigkeit,

wenn ein Luftschiffer mit seinem Ballon nicht wieder zur Erde herunter gelangen könnte, denn entweder müsste derselbe völlig den Kopf verloren, oder er müsste keine Kenntniss von dem Zustande des Ventils an seinem Ballon resp. von der Behandlung des Letzteren haben. Ein Luftschiffer, der leichtfertig genug wäre, mit solcher persönlichen Unfähigkeit das Leben Anderer zu gefährden, verdiente strenge Bestrafung.

Warum, muss man weiter fragen, warfen die Luftreisenden, wie der Bericht erwähnt, Alles, was sie in der Gondel hatten, als Ballast etc. aus? Sie schwebten doch so hübsch über Brest, und am Allerfalschesten ist es erfahrungsmässig, immer Alles auszuwerfen, was man bei sich hat. Man darf nie „Alles" auswerfen, denn bei der Landung braucht man vielleicht gerade noch „Etwas" Ballast, um sich vor Gefahren zu schützen. Das Unglück bleibt denn auch nicht aus, der Ballon kommt in einen höheren, stärkeren Luftstrom und dieser treibt ihn dem Meere zu. Seitdem fehlt angeblich jede Nachricht von den kühnen Luftschiffern.

Zum Schluss wird noch erzählt, dass ein russisches Schiff die Gondel gesehen. Der Berichterstatter drückt sich dabei sehr dunkel aus: „die Gondel eines verlassenen Ballons." Hatten die Reisenden den Ballon verlassen oder hatte etwa die Gondel den Ballon verlassen? Und diese Gondel treibt nun mit grosser Geschwindigkeit gegen Norden. Was für eine ausserordentliche Gondel muss der Ballon „Fugitif" besessen haben! Im Allgemeinen sind die Gondeln von Rohrgeflecht hergestellt und dies unter anderen auch aus dem Grunde, um Wasser, welches bei einem unglücklichen Niederfallen, also bei einem Fall in die See, in die Gondel eindringen kann, bei einem Wiedererheben des Ballons leicht wieder ausfliessen zu lassen.

So sind wir denn nach Alledem in der Lage, auf den ganzen Bericht nur das Horazische Wort anzuwenden: „Credat Judaeus Apella" und wir müssen dem den Wunsch hinzufügen, dass die Tagespresse derartige sensationelle Mittheilungen in Zukunft nicht kritiklos, wie bisher, weiter verbreiten möchte.

II.

Wenn wir bei dem vorigen Bericht der Ansicht waren, dass man demselben ein starkes Fragezeichen hinzufügen müsse, so sind wir doch leider in der Lage, zwei Fakta aus dem vorigen Jahre konstatiren zu müssen, deren trauriger Ausgang höchst bedauerlich ist.

Bei Gelegenheit eines Festes stieg am 14. Juli 1885 zu Lorrient der Berufsluftschiffer Eloy mit einem kleinen Ballon, der mit Leuchtgas gefüllt war, in die Höhe. Eloy ist in Frankreich als Luftschiffer eine bekannte Erscheinung; er hat unter Anderem zweimal den Kanal (Pas de Calais) überflogen. Der nur kleine Ballon erhob sich also am genannten Tage um $1/2$ 7 Uhr und wurde von einem ziemlich starken Winde erfasst, welcher ihn dem Meere zu trieb. Einige Boote versuchten, dem Luftschiff zu folgen,

aber vergeblich, denn bald war er verschwunden und nur noch als kleiner Punkt sichtbar. Mehrere Tage darauf fanden Fischer in der Nähe der Insel Groix die Mütze und den Rock des Aëronauten, aber der Ballon und Eloy sind nicht wieder gesehen worden. Von einem Schiffe aus („Le Duc", auf der Fahrt nach Schweden begriffen) will man einen noch gefüllten Ballon über der Insel Belle-Ile-en-Mer treiben gesehen haben, in dessen Gondel sich jedoch niemand mehr befunden habe. Es ist vielleicht anzunehmen, dass Eloy in's Meer gesprungen ist und versucht hat, die Küste von Groix schwimmend zu erreichen, dabei jedoch untergegangen ist.

Der Zweite, welcher im vorigen Jahre auf einer Luftreise sein Leben einbüsste, war der amerikanische Ingenieur Friedrich Gower, bekannt als Miterfinder des Telephons. Gower betrieb die Luftschifffahrt mit einer gewissen Leidenschaft und nahm an vielen Luftreisen Tissandier's und Lachambre's Theil. Auch er hat den Kanal überflogen und zwar in demselben Jahre, in welchem er seinen Tod finden sollte, denn am 1. Juli 1885, Mittags 1/4 1 Uhr, stieg er allein mit seinem Ballon in Hythe (bei Folkestone) auf und landete um 4 Uhr in Frankreich bei Étaples südlich Boulogne.

Gower machte hierauf Versuche mit Ballontorpedos, welche automatisch gelöst wirken sollten. Da eine Probefahrt von Cherbourg aus am 17. Juli gelungen war, stieg Gower am 18. wieder in die Höhe mit einem grösseren Ballon und begleitet von einem kleineren, welcher den Torpedo trug; er beabsichtigte, abermals den Kanal zu überfliegen. Um 3/4 2 Uhr erhob sich das Luftschiff und schwebte um 3 Uhr über dem Hafen von Gateville.

Einige Tage hörte man nichts von dem Verbleib des Luftschiffers, bis am 20. der Kapitän eines Schiffes, welches in Cherbourg einlief, aussagte, dass er am 18., um 1/2 6 Uhr Abends, 30 Meilen von Barfleurs, den automatischen Torpedoballon gefunden habe. Auch den grossen Ballon habe er gesehen, und zwar, wie sich derselbe zum Meere weit von ihm hinuntersenkte, alsdann aber mit rapider Geschwindigkeit wieder gestiegen sei.

Ferner wird berichtet, dass man vom Bord eines französischen Schiffes („Le Phénix") aus, am 18. Juli um 7 Uhr Abends, 13 Meilen von Dieppe, einen Ballon gesehen habe, der aber keine Gondel mehr gehabt hätte. Von diesem Tage an fehlt jede Angabe, daher müssen wir auch an Gower's Tod glauben und die beiden tüchtigen unerschrockenen Männer betrauern, die in der Luftschifffahrt viel geleistet haben. v. H.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Le Bulletin de la Réunion des Officiers. Paris, Octobre 1885, No. 41 und 42.

Das Blatt giebt in den genannten Nummern eine Uebersetzung der in der „Rivista di artigleria e genio" veröffentlichten Versuche der Italienischen Regierung

mit den bei der Firma Yon bestellten Ballons. Die Versuche fanden im Juni und Juli im Luftschiffer-Park in der Via Tiburtina bei Rom unter Leitung des Oberst de Benedictis statt und beruhten vor allem auf der möglichst genauen Bestimmung des durch die Diffusion des Gases innerhalb 24 Stunden verlorenen Auftriebes des Ballons. Die Ballons haben eine Grösse von 540 kbm und sind aus Poanghee-Seide, die innen und aussen mehrmals gefirnisst ist, gefertigt. Neben dem Appendix zum Füllen befindet sich bei ihnen ein automatisch bei 2 cm Druck (Wasser) sich öffnendes Ventil, welches für gewöhnlich nach Zubinden des Appendix in Thätigkeit treten soll, damit nicht zu viel Gas bei gelinden Windstössen aus den Aërostaten herausgedrückt werden kann. Der Versuch am 26. und 27. Juni mit dem ersten Ballon „Africo" ergab, dass derselbe bis auf die Maximalhöhe von 450 m mit zwei Personen und 15 Sack Ballast à 15 kg Gewicht aufstieg und dass er sich auch noch 24 Stunden oben befand, bei einer allmähligen Ballastabgabe von nur 6 Sack = 90 kg. Diese entsprechen einem Verluste von 81,8 kbm Wasserstoff. Davon sind indess nach Oberst de Benedictis' Berechnungen bei der Auffahrt bis zu 450 m, bei welcher der Ballon voll war, 22,2 kbm verloren gegangen, so dass nur 59,6 kbm der Diffusion während 24 Stunden zugesprochen werden konnten. Am 11. und 12. Juli wurde der zweite Ballon „Torricelli" gefüllt, sein automatisches Ventil fest verschlossen und dafür das Appendix offen gelassen. Er befand sich auf der Erde im Gleichgewicht bei Besetzung mit 2 Mann und 214 kg Ballast; man machte mit diesem kleine Auffahrten und fand nach 24 Stunden, dass er noch mit den Insassen und 183 kg im Gleichgewicht war. Er hatte demnach nur 28 kbm verloren und von diesen soll nach den Beobachtungen des Lieutenant Graf Pecori ein Theil durch Erwärmung in Folge der Sonnenstrahlen am 12. früh ausgeflossen sein. Da man nach 15 Stunden, also vor diesem Ereignisse, auch eine Messung vorgenommen hatte, benutzte man diese. Zu jener Zeit fehlten 13 kg, also 11,8 kbm Wasserstoff; auf 24 Stunden entsprächen dem 18,8 kbm. Da Yon für eine Diffusion von nur 50 kbm in 24 Stunden Garantie geleistet hatte, müssen diese Resultate als sehr günstige bezeichnet werden. Der auffallende Unterschied zwischen dem „Africo" und dem „Torricelli" wird damit erklärt, dass ersterer oben ein Holzventil besass und vor seinem Gebrauch durch Regen und Wind stark mitgenommen war. Bei der Abwechselung von Nässe und Wärme sollen die Holzventile viele unsichtbare Sprünge erhalten, die die Diffusion beschleunigen. Man hat sich daher für das am „Torricelli" bereits angebracht gewesene Metallventil entschieden. M.

Scientific American. New-York, 26. Dezember 1885.

Diese Wochenschrift enthält in ihrem Blatte vom angegebenen Datum einen längeren Artikel über den vom General Thayer projektirten lenkbaren Ballon. Obgleich dieser nun wohl kaum im Entstehen begriffen ist, lässt man sich über seine Verwendung bereits in weitgehendstem Maasse aus. General Thayer will nicht allein explosive Körper von demselben herabwerfen, er will neuerdings sogar auch über unwegsame Gegenden hinweg für Truppen-Transporte elektrische Ballon-Drahtseilbahnen einrichten. Davon sollen 3 bis 4 Meilen Länge an einem Tage hergestellt werden können und nicht mehr als 1500 Dollar pro Meile kosten. Wir würden es bedauern, wenn die bewegte Luft die kühnen Ideen des Erfinders bei ihrer praktischen Ausführung vielleicht verwehen sollte. Arco.

Druck von Otto Elsner, Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Gneisenau-Strasse 28.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

V. Jahrgang. 1886. Heft IV.

Die Luftströmungen über Berlin in den vier Jahreszeiten.

Von **Dr. F. Vettin.**

Fortsetzung von Seite 342 dieser Zeitschrift (1885).

(Hierzu eine Figurentafel.)

Die folgenden 4 Tabellen enthalten die Zeiten (T) und Massen (V) der Luftströmungen für die Wind- und die 5 Wolkenregionen, wie sie in jeder der 4 Jahreszeiten beobachtet wurden. Je 4 Zahlen, eine jede an der entsprechenden Stelle der 4 Tafeln stehend, geben addirt eine Summe, welche gleich der Zahl ist, die an der entsprechenden Stelle der Tabelle 2 (S. diese Zeitschrift 1885, S. 336) angegeben ist.

Die Luftströmungen in den verschiedenen Höhen:

1) im Sommer. (Tab. 1.)

		SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Summe.
Ob. Cirr.	V	4271	4348	2930	1324	289	214	386	1991	15753
	T	72,5	75,2	51,7	23,7	7,5	7	9,5	35	282
Unt. Cirr.	V	2483	3127	3235	1756	461	423	723	1596	13804
	T	507	62,2	64,7	35,7	11,5	13	21	37	296
Wölkchen	V	3783	4462	3193	1277	225	199	420	1685	15244
	T	126	139	95,7	38,5	9	11	19	60,5	499
Wolken	V	3311	4302	3111	1174	313	383	489	1366	14449
	T	140	161	119	54,2	18,2	18,2	26,2	69,2	606
Unt. Gewölk.	V	1335	2641	2669	1089	116	134	165	420	8569
	T	47,5	89,5	89,5	37,5	5	5,5	7	16,5	298
Wind.	V	4937	4770	3132	1744	1282	1154	1737	3421	22177
	T	212	209	159	105	78	68	97	163	1091

2) Herbst. (Tab. 2.)

		SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Summe.
Ob. Cirr.	V	3348	3714	2990	1382	328	182	411	1799	14154
	T	55	59,5	45,5	21,5	8	6,5	7,5	28,5	232
Unt. Cirr.	V	4136	4830	3294	1346	404	176	498	1981	16665
	T	72	82,7	56	24	8,5	4,5	10	35,2	293
Wölkchen	V	3927	5203	3447	1104	286	290	417	1481	16155
	T	98,5	125,5	84,7	30	9	12	18,7	43,5	422
Wolken	V	3374	5574	3934	1168	307	285	155	744	15541
	T	97,2	148,5	103	33,7	13,5	14,2	9	26,5	446
Unt. Gewölk	V	2203	3939	2984	985	400	509	390	544	11954
	T	56,2	94	72,2	26,5	13,5	17	12,5	17	309
Wind	V	4691	3170	1635	959	843	960	2139	4220	18617
	T	240	153	97	71	64	70	145	250	1091

3) Winter. (Tab. 3.)

		SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Summe.
Ob Cirr.	V	882	1694	1982	977	108	40	130	391	6204
	T	17,5	26	25	11,5	2	2	4,5	9,5	98
Unt. Cirr.	V	783	1568	1974	1275	419	156	107	281	6563
	T	15,5	27	30,5	19	7	4	4	7	114
Wölkchen	V	1365	2776	2535	1063	327	261	159	286	8772
	T	32	56,5	52,5	25,7	10	8,2	6	10	201
Wolken	V	1720	3249	2717	1184	645	665	593	579	11352
	T	43	77,7	64	29,2	19,5	22,5	21	18	295
Unt. Gewölk	V	2056	4457	3638	1425	998	1246	800	360	14977
	T	46	94	75,2	32	28,2	34,5	22	11	343
Wind	V	3922	3073	2292	1909	1660	1227	1465	3131	18679
	T	184	138	103	89	81,5	62	83,5	162	903

4) Frühling. (Tab. 4.)

		SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Summe.
Ob. Cirr.	V	2484	3721	3924	2339	988	668	686	1353	16163
	T	42	56,7	58	35,2	16	14	17,5	27,5	267
unt. cirr.	V	2399	3972	4436	2631	1013	744	839	1338	17372
	T	50,7	76,7	80,2	46,2	18,5	16,5	22,5	32,5	344
Wölkchen	V	2012	3884	4413	2297	723	665	635	936	15565
	T	66,7	106,2	113,2	64,2	25,5	23,5	27,5	39	466
Wolken	V	1725	4000	4451	2151	845	935	705	642	15454
	T	58,7	124	140	73,2	32	35,5	31,5	29	524
Unt. Gewölk	V	1618	3410	3455	1728	912	740	383	489	12735
	T	38,2	82,7	88,2	49	30,5	26	14	13,2	342
Wind.	V	3031	3581	3611	3640	3559	2230	1440	2183	23275
	T	137	155,5	168	165	149	105	87,5	117	1084

Die Zeiten (T) in diesen 4 Tabellen sind demnächst, wie dies beim Jahresmittel geschehen, procentisch berechnet (s. S. 338 unten), die Massen oder Volumina (V) auf die procentisch angegebenden Zeiten reducirt (s. S. 340). Die sich alsdann ergebenen Geschwindigkeiten (V/T) sind natürlich dieselben, wie sie sich nach den Tabellen 1 bis 4 aus der Division der Volumina durch die Zeiten ergeben.

Für die beiden höchsten Schichten mit dem Luftdruck 0,2 und 0,0 × 760 mm sind Geschwindigkeiten und Zeiten in der früher (S. 337—338,339) beschriebenen Weise aus den Differenzen des obern gegen den untern Cirrus berechnet und die Volumina durch Multiplikation der gefundenen Zeiten und Geschwindigkeiten bestimmt.

Die auf solche Weise gefundenen Werthe für den Sommer sind zusammengestellt in den Tabellen 5—7, die für den Herbst in Tabelle 8—10, für den Winter in Tabelle 11—13 und für den Frühling in Tabelle 14—16. Die untenstehende Reihe jeder Tabelle enthält die planimetrischen Mittel, in der beim Jahresmittel angegebenen Weise berechnet (s. S. 339).

Die Luftströmungen der verschiedenen Höhen im Sommer:

1) Zeitdauer (T). (Tab. 5.)

Barometer.	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Summe.
760 mm × 0,0	40,4	36,3	10,8	1,14	0,191	0	0	11,4	100
0,2	34	32,4	14,8	4,82	1,42	0,56	0	12,2	100
Ob. Cirr. 0,4	25,6	26,7	18,3	8,41	2,66	2,48	3,37	12,4	100
Unt. Cirr. 0,6	17,2	21	21,8	12	3,9	4,4	7,12	12,6	100
Wölkchen 0,75	25,2	27,8	19,1	7,7	1,8	2,2	3,8	12,1	100
Wolken 0,86	23,1	26,6	19,6	8,94	3	3	43 2	11,4	100
Unt. Gew. 0,94	16	30,1	30,1	12,6	1,68	1,85	2,35	5,54	100
Wind 1,0	19,5	19,2	14,6	9,64	7,18	6,24	8,92	15	100
Mittel	26,1	27,9	18,4	7,92	2,37	2,29	3,3	11,8	100

2) Volumina der fortbewegten Luft (V). (Tab. 6.)

Luftdruck.	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Summe.
760 mm × 0,0	322	264	74,8	7,8	0,68	0	0	96,3	766 × 10
0,2	236	211	93,2	29,9	5,27	1,6	0	86,3	663
0,4	151	154	104	46,9	10,2	7,6	13,7	70,6	559
0,6	84,1	106	109	59,7	15,6	14,3	24,5	54,1	468
0,75	75,6	89,2	63,8	25,6	4,5	3,98	8,4	33,8	305
0,86	54,6	70,9	51,3	19,3	5,16	6,32	8,07	22,4	238
0,94	44,7	88,7	89,7	36,6	3,9	4,5	5,55	14,1	288
1,0	45.3	41,9	28,7	16	11,7	10,6	16	31,4	202
Mittel	143	143	86,5	35	7,67	6,18	9,92	58,8	490

3) Geschwindigkeit (V/T). (Tab. 7.)

Luftdruck.	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Mittel.
760 mm × 0,0	79,6	72,6	69,3	68,4	35,6	26,6	53	84,5	76,6
0,2	69,4	65,2	63	62,1	37,1	28,6	46,8	70,7	66,3
0,4	59,2	57,8	56,7	55,8	38,6	30,6	40,6	56,9	55,9
0,6	49	50,4	50,4	49,5	40,1	32,6	34,4	43,1	46,8
0,75	30	32,1	33,3	33,2	25,1	18,1	22,1	27,9	30,5
0,86	23,7	26,7	26,1	21,7	17,2	21,1	18,7	19,7	23,8
0,94	28,1	29,5	29,8	29	23,2	24,4	23,6	25,5	28,8
1,0	23,3	22,8	19,7	16,6	16,4	17	17,9	21	20,2
Mittel	54,8	51,3	47	44,2	32,2	27	30,1	49,8	49

Fuss pro Sekunde.

Die Luftströmungen der verschiedenen Höhen im Herbst:

1) Zeitdauer. (Tab. 8.)

Luftdruck.	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Summe.
760 mm × 0,0	21,9	20,4	20,6	11,4	4,55	5,34	2,87	12,9	100
0,2	22,8	23	20,1	10,4	4	4,07	3,05	12,6	100
0,4	23,7	25,6	19,6	9,27	3,45	2,8	3,23	12,3	100
0,6	24,6	28,2	19,1	8,18	2,9	1,53	3,41	12	100
0,75	23,3	29,7	20,1	7,11	2,13	2,84	3,43	10,3	100
0,86	21,8	33,3	23,3	7,55	3,03	3,18	2,02	5,94	100
0,94	18,2	30,5	23,4	8,59	4,37	5,51	4,05	5,51	100
1,0	22	14	8,88	6,52	5,85	6,44	13,3	23	100
Mittel	22,9	26,3	20	8,93	3,49	3,4	3,45	11,4	100

2) Volumina der fortbewegten Luft. (Tab. 9.)

Luftdruck.	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Summe.
760 mm × 0,0	149	144	164	92	12,7	2,94	18,6	98,9	682 × 10
0,2	147	153	146	75,4	13,8	6,8	18,2	88,1	648
0,4	144	160	129	59,5	14,1	7,84	17,7	77,6	610
0,6	141	165	112	46	13,8	6	17,	67,5	569
0,75	93,1	123	81,7	26,1	6,78	6,87	9,88	35,1	383
0,86	75,5	125	88	26,2	6,88	6,38	3,47	16,7	348
0,94	71,3	128	96,6	31,9	13	16,5	12,6	17,6	387
1,0	43,1	29,1	15,1	8,86	7,75	8,8	19,6	38,7	171
Mittel	124	144	117	52,6	12,1	7,17	15,1	64	536

3) Geschwindigkeit. (Tab. 10.)

Luftdruck.	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Mittel.
760 mm × 0,0	67,9	70,4	79,5	80,7	28	5,5	64,8	76,7	68,2
0,2	64,4	66,4	72,6	72,5	34,5	16,7	59,8	69,9	64,8
0,4	60,9	62,4	65,7	64,3	41	27,9	54,8	63,1	61
0,6	57,4	58,4	58,8	56,1	47,5	39,1	49,8	56,3	57
0,75	39,9	41,6	40,7	36,8	31,7	24,1	22,3	34,1	38,3
0,86	34,7	37,7	38,2	34,6	22,8	20,1	17,2	28,1	34,8
0,94	39,2	42	41,3	37,1	29,7	30	31,2	32	38,7
1,0	16,2	20,7	17	13,6	13,2	13,7	14,7	16,8	17,1
Mittel	54,2	54,8	58,5	58,9	34,7	21,1	43,8	56,2	53,6

Die Luftströmungen der verschiedenen Höhen im Winter:

1) Zeitdauer. (Tab. 11.)

Luftdruck.	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Summe.
760 mm × 0,0	24,5	30	21,6	1,59	0	0	6,31	15,7	100
0,2	21,6	28,7	23,8	6,57	0	0,56	5,56	12,9	100
0,4	17,8	26,5	25,5	11,7	2,04	2,04	4,59	9,69	100
0,6	13,6	23,7	26,7	16,7	6,14	3,51	3,51	6,14	100
0,75	15,9	28,1	26,1	12,8	4,98	4,11	2,99	4,98	100
0,86	14,6	26,3	21,7	9,9	6,61	7,63	7,12	6,1	100
0,94	13,4	27,4	22	9,34	8,23	10,1	6,42	3,21	100
1,0	20,4	15,3	11,4	9,85	9,05	6,9	9,27	18	100
Mittel	17,7	26,7	24,1	10,4	3,63	3,1	5,04	9,12	100

2) Volumina der fortbewegten Luft. (Tab. 12.)

Luftdruck.	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Summe.
760 mm × 0,0	123	239	233	19,2	0	0	21	67,4	703 × 10
0,2	109	208	223	67,7	0	0	17,3	54,2	679
0,4	90	172	202	99,7	10,9	4,08	13,3	39,9	632
0,6	68,7	138	173	112	36,7	13,7	9,38	24,6	576
0,75	67,9	138	126	52,8	16,3	13	7,92	14,2	436
0,86	55,2	110	92,2	40	21,9	22,5	20,1	19,6	385
0,94	59,9	130	106	41,8	29,1	36,5	23,4	10,5	438
1,0	43,6	34,1	25,1	21,2	18,4	13,5	16,3	34,7	207
Mittel	83,9	163	172	69,7	15,6	10	14,8	35,1	564

3) Geschwindigkeit. (Tab. 13.)

Luftdruck.	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Mittel.
760 mm × 0,0	50,2	79,6	108	121	41,3	—	33,3	42,9	70,2
0,2	50,3	72,4	93,9	103	47,5	—	31,1	42,0	67,9
0,4	50,4	65,2	79,3	85	53,7	20	28,9	41,1	63,3
0,6	50,5	58	64,7	67,1	59,9	39	26,7	40,2	57,6
0,75	42,6	49,1	48,3	41,4	32,7	31,7	26,5	28,6	43,6
0,86	40	41,8	42,5	40,5	33,1	29,5	28,3	32,2	38,5
0,94	44,6	47,4	48,4	44,5	35,4	36,1	36,4	32,8	43,7
1,0	21,3	22,3	22,3	21,5	20,4	19,7	17,6	19,3	20,7
Mittel	47,4	61,1	71,4	67,1	43,1	32,3	29,4	38,5	56,4

Die Luftströmungen der verschiedenen Höhen im Frühling:

1) Zeitdauer. (Tab. 14.)

Luftdruck.	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Summe.
760 mm × 0,0	17,5	19,3	18,5	12,8	7,24	6,15	6,58	12	100
0,2	16,6	20,3	20,1	13,1	6,62	5,7	6,57	11,1	100
0,4	15,7	21,3	21,7	13,2	6	5,25	6,56	10,3	100
0,6	14,8	22,3	23,3	13,4	5,58	4,8	6,55	9,46	100
0,75	14,3	22,8	24,3	13,8	5,48	5,05	5,91	8,38	100
0,86	11,2	23,7	26,7	14	6,11	6,78	6,02	5,54	100
0,94	11,1	24,1	25,8	14,3	8,91	7,59	4,09	3,85	100
1,0	12,7	14,3	15,6	15,3	13,8	9,72	8,1	10,8	100
Mittel	14,9	21,5	22,2	13,4	6,5	5,75	6,3	9,35	100

2) Volumina der fortbewegten Luft. Tab. 15.)

Luftdruck.	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Summe.
760 mm × 0,0	145	180	171	109	54,9	32,5	28,3	78,2	799 × 10
0,2	118	161	161	98,5	45,5	28,7	27	63,5	703
0,4	93	139	147	87,7	37	25	25,7	50,6	605
0,6	69,8	115	129	76,5	29,4	21,6	24,4	39	505
0,75	43,2	83,4	94,8	49,4	15,5	14,3	13,7	20,1	335
0,86	33	76,4	85	41,1	16,1	17,9	13,5	12,3	295
0,94	47,4	99,6	101	50,5	26,6	21,6	11,2	14,3	372
1,0	28,1	33,1	33,4	33,7	33	20,6	13,2	20,2	216
Mittel	81,7	124	130	76,4	33,4	23,4	21,9	42,5	533

3) Geschwindigkeit. (Tab. 16.)

Luftdruck.	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.	Mittel.
760 mm × 0,0	82,7	93,2	92,5	85,2	75,8	52,9	43	65,2	79,9
0,2	70,9	79,4	80,1	75,8	68,8	50,3	41,1	57,2	70,3
0,4	59,1	65,6	67,7	66,4	61,8	47,7	39,2	49,2	60,5
0,6	47,3	51,8	55,3	57	54,8	45,1	37,3	41,2	50,5
0,75	30,2	36,6	39,1	35,8	28,4	28,3	23,1	24	33,5
0,86	29,4	32,3	32	29,4	26,4	26,3	22,4	22,1	29,5
0,94	42,4	41,2	39,2	35,3	29,9	28,5	27,4	37	37,2
1,0	22,1	23,1	21,5	22	23,9	21,3	16,4	18,7	21,6
Mittel	54,8	57,7	58,6	57	51,4	40,7	34,8	45,5	53,3

Die Zahlen dieser Tabellen lassen vielerlei Vorgänge erkennen. Im Folgenden mag auf einige derselben hingedeutet werden.

1. Die Geschwindigkeit der Luftbewegung.

Stellt man die Mittel derselben, wie sie rechts an der Seite der Tabellen 7, 10, 13 und 16 angegeben, graphisch dar (s. S. 336, 337), so bemerkt man, wie beim Jahresmittel (Fig. 5), so in jeder Jahreszeit (s. Fig. 1—4)*) die Verlangsamung der Luftbewegung in der Region der Wolken und Wölkchen (a und b). Die mittlere Geschwindigkeit derselben beträgt:

im Sommer Herbst Winter Frühling

$$\frac{a+b}{2} = 27{,}1 \qquad 36{,}5 \qquad 41 \qquad 31{,}5 \text{ Fuss pr. cec.}$$

die des untern Gewölks und des untern Cirrus (c und d)

$$\frac{c+d}{2} = 37{,}8 \qquad 47{,}8 \qquad 50{,}6 \qquad 43{,}8.$$

Setzt man die letztere überall = 1, so ist die erstere verzögert im Verhältniss von 1:

0,72 0,76 0,81 0,72.

Als wahrscheinliche Ursache der langsameren Luftbewegung in der Region der Wolken und Wölkchen erschien mir die in dieser Gegend stattfindende grösste Wolkenbildung und damit verbundene Wärmeentwicke-

*) Die Erklärung der Zeichen am Rande der Figuren s. a. a. O. S. 297.

lung. In Uebereinstimmung damit sieht man hier, dass in der Jahreszeit, wo die reichlichsten Niederschläge überhaupt stattfinden, nämlich im Sommer und Frühling, die Verzögerung am stärksten ist, dass dagegen im Winter, wo die geringsten Niederschläge beobachtet werden, auch die Verlangsamung den geringsten Grad erreicht.

Einen merkwürdigen Unterschied in der Zunahme der Geschwindigkeit zeigen die südlichen (SE S SW) und nördlichen (NW N NE) Strömungen.

Die Summen der ersteren sind im

	Sommer	Herbst	Winter	Frühling
in der Region des unteren Gewölks	77,2	102,4	113,8	106,8
„ „ „ „ oberen Cirrus	156,7	178,8	120,4	147,5
in der obersten Schicht	217,1	211,4	126,3	190,9

Die Geschwindigkeit nimmt also nach oben hin zu im Verhältniss

von	1	1	1	1
zu	2,3	1,8	1,06	1,4
	2,8	2,05	1,1	1,8

Die Summen bei den nördlichen Strömungen betragen bez.

unteres Gewölk	82	108,1	128,3	104,4
oberer Cirrus	151,1	171,0	218,0	195,9
oberste Schicht	173,3	189,2	270,2	253,5

Die Geschwindigkeit nimmt nach oben zu im Verhältniss

von	1	1	1	1
zu	1,8	1,6	1,7	1,9
	2,1	1,7	2,1	2,4

In der wärmeren Jahreshälfte nimmt demnach die südliche Strömung nach der Höhe hin in stärkerem Grade an Geschwindigkeit zu, wie die nördliche, in der kälteren nimmt dagegen die nördliche in grösserem Verhältniss zu, als die südliche. Letztere zeigt die grösste Zunahme im Sommer, die kleinste im Winter, die nördliche die grösste im Frühling, die kleinste im Herbst.

Die mittlere Geschwindigkeit der Nordströmung (NW N NE) in den 8 Höhenschichten ist die folgende:

(Tabelle 17.)

	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
760 mm × 0,0	57,8	63,1	90,1	84,5
× 0.2	54,1	60	81,4	74,9
Oberer Cirrus	50,4	57	72,7	65,3
Unterer Cirrus	46,7	54,1	63,9	55,7
Wölkchen	30,5	36,4	40,8	34,4
Wolken	21,7	31,9	38,7	29,3
Unterer Gewölk	27,3	36	42,8	34,8
Wind	17,6	14,6	21,4	22,5
Mittel	41,1	57,4	60,5	55,7

Ueber der Windregion fliesst in allen Höhen der Atmosphäre die nördliche Strömung im Sommer am langsamsten, im Winter am schnellsten, im Herbst und Frühling in mittlerer Geschwindigkeit. Die mittlere Stärke der südlichen (SE S SW) Strömung in den 8 Höhenschichten ist die folgende:

(Tabelle 18.)

	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
760 mm × 0,0	72,4	70,5	42,4	63,6
× 0,2	62,3	65	41,1	56,4
Oberer cirrus	52,2	59,3	40,1	49,2
Unterer cirrus	42,2	54,5	39,1	42,8
Wölkchen	26,7	32,1	32,6	25,8
Wolken	20,7	26,7	33,5	24,6
Unterer Gewölk	25,7	34,1	37,9	35,6
Wind	20,7	15,9	19,4	19,1
Mittel	44,7	51,4	38,4	45

Die südliche Strömung fliesst in den unteren Regionen zur Sommerzeit am langsamsten, im Winter am schnellsten. Aber nach der Höhe zu kehrt sich das Verhältniss um, in den höchsten Regionen fliesst diese Strömung im Sommer am schnellsten, im Winter am langsamsten.

Im Jahresmittel nehmen unter allen Strömungen die Nord- und Südströmung am meisten nach oben hin zu an Geschwindigkeit.*) Dasselbe findet nun auch in den einzelnen Jahreszeiten statt.

Wir haben die folgenden Verhältnisse, in denen die Geschwindigkeit der verschiedenen Strömungen vom untern Gewölk bis zur obern Grenze der Atmosphäre zunimmt.

(Tabelle 19.)

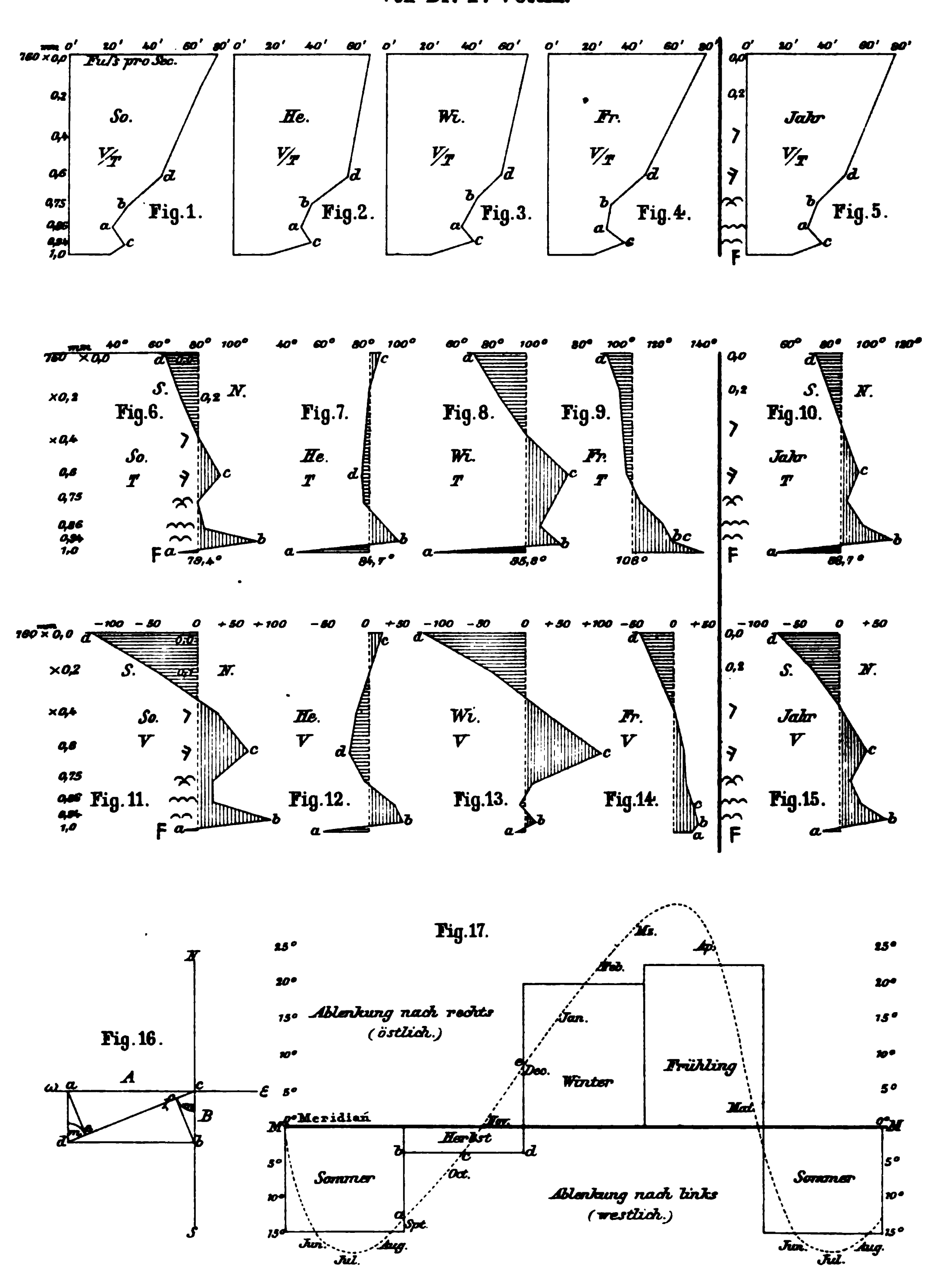
	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.
Sommer 1:	2,8	2,4	2,3	**2,85**	1,5	1,08	2,25	3,3
Herbst	1,72	1,67	1,93	**2,17**	0,96	0,18	2,07	2,45
Winter	1,12	1,67	2,22	**2,7**	—	—	0,92	1,3
Frühling	1,95	2,26	2,36	**2,41**	**2,51**	1,86	1,57	1,76

Im Frühling verschwindet das Südmaximum, sonst findet man überall die nördliche und südliche Strömung mehr an Geschwindigkeit zunehmend, als die übrigen Strömungen. Während im Jahresmittel das Verhältniss der Zunahme bei N und S gleich ist, findet man im Sommer die Südströmung, im Winter die Nordströmung in grösserem Verhältniss nach oben hin an Geschwindigkeit wachsend.

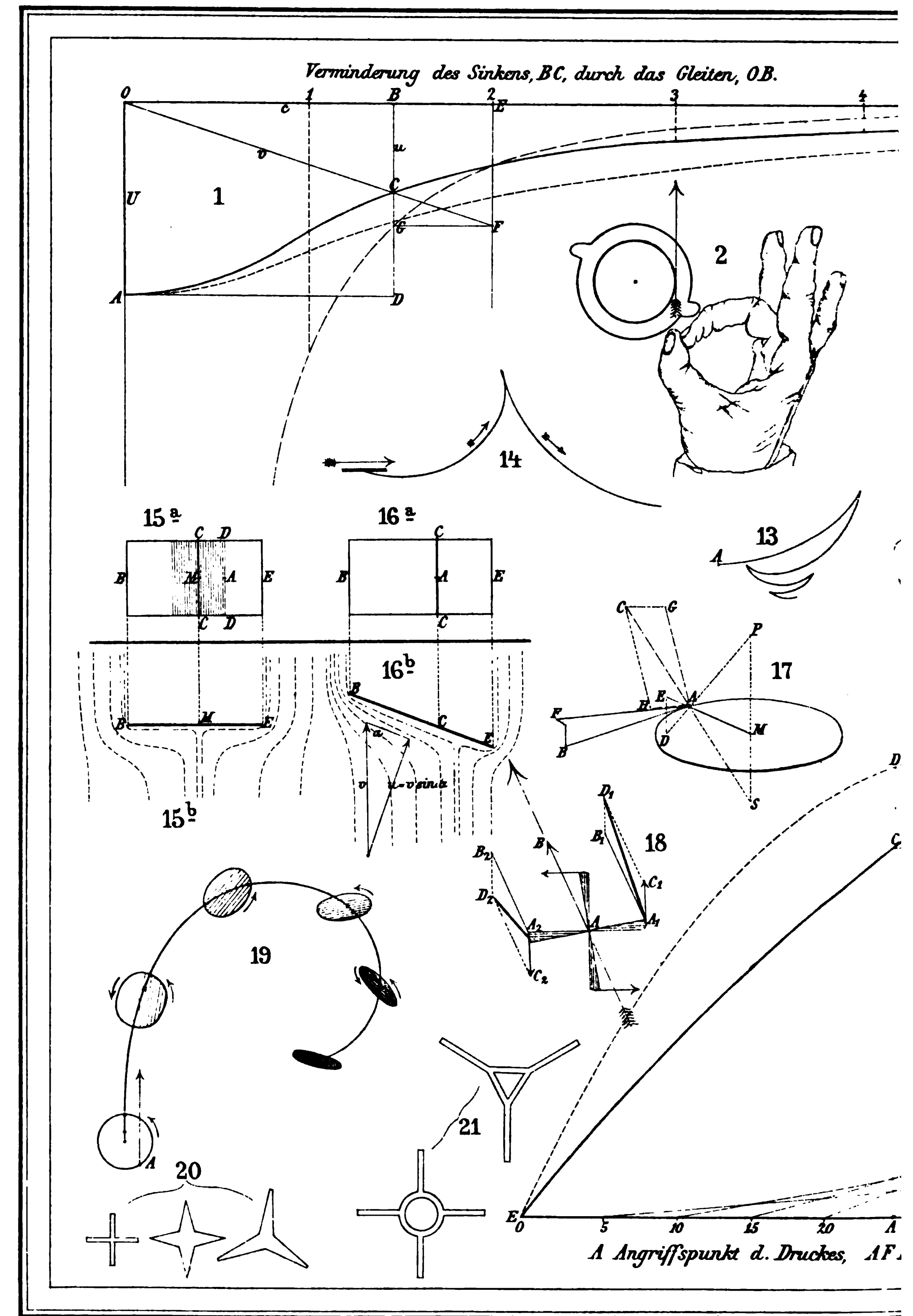
*) A. a. O. S. 338.

Die Luftströmungen über Berlin in den vier Jahreszeiten.

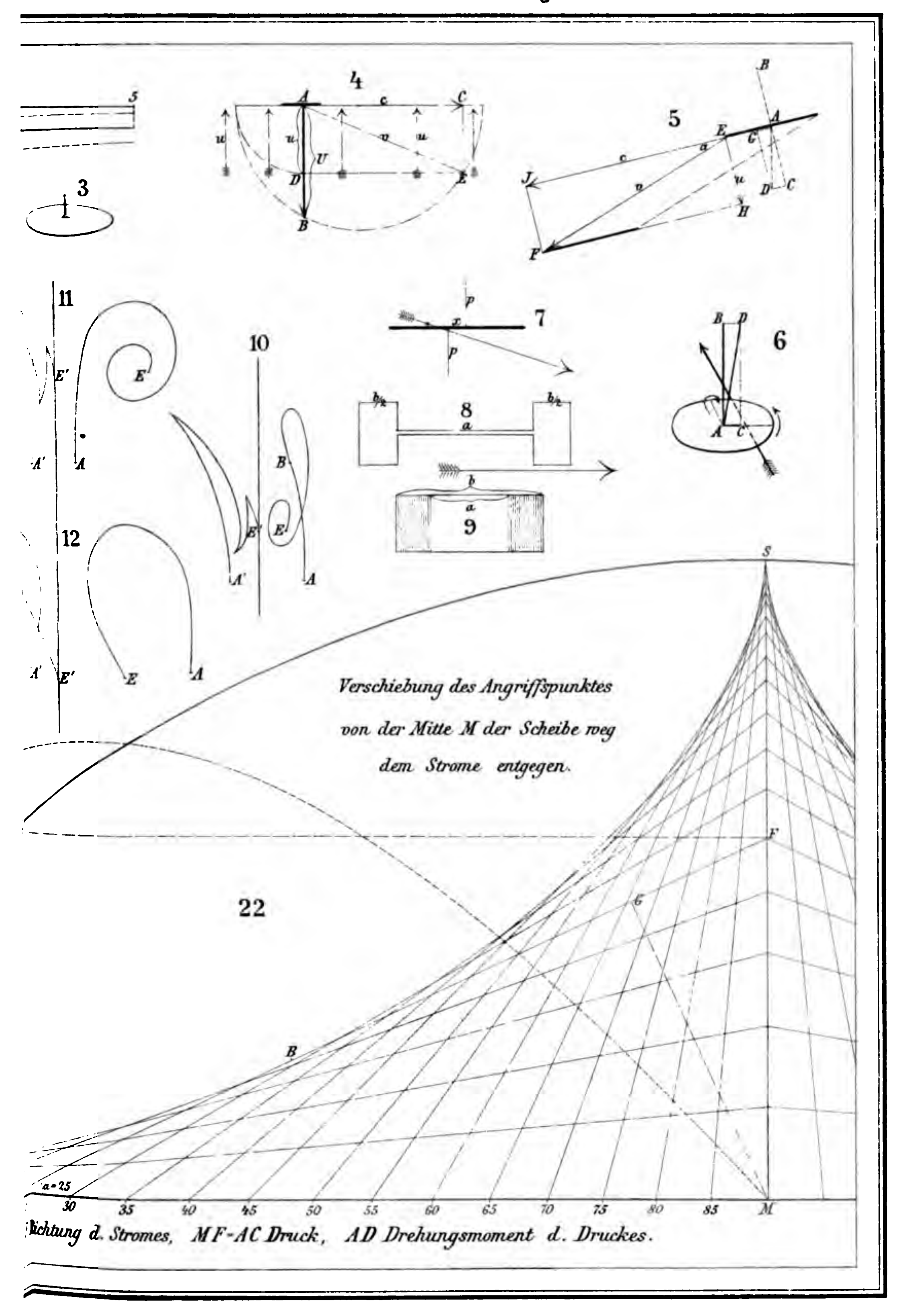
Von Dr. F. Vettin.






Verminderung des Sinkens, BC, durch das Gleiten, OB.
1
2
13
14
15 a
15 b
16 a
16 b
17
18
19
20
21
A Angriffspunkt d. Druckes, AF

ꜫworfener dünner Scheiben aus dem Luftwiderstandsgesetze.



ꜫichtung d. Stromes, MF-AC Druck, AD Drehungsmoment d. Druckes.

Die mittlere Luftbewegung (Geschwindigkeit aller Strömungen innerhalb der ganzen Atmosphäre) beträgt im Sommer 49‘ pro sec., im Herbst 53,6‘, im Winter 56,4‘, im Frühling 53,3‘ pro sec., sie ist also im Sommer am schwächsten, im Winter am stärksten, im Herbst und Frühling eine mittlere.

2. Zeitdauer der Luftströmungen.

Die mittlere Zeitdauer der verschiedenen Strömungen war im Jahresmittel*)

SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S.
22,1	25,4	20,6	10,1	4,0	3,8	4,4	10,6 pc.

Vergleicht man nun, mit obigen Mitteln der Zeiten, die mittleren Zeiten der 8 Strömungen im Sommer, Herbst, Winter und Frühling, so ergeben sich folgende Differenzen:

	SW.	W.	NW.	N.	NE.	E.	SE.	S. Strömung.
Sommer	+ **5,7**	+ 2,3	— 2,8	— 2,3	— 1,6	— 1,3	— 1,2	+ 1,4
Herbst	+ **2,5**	+ 0,7	— 1,2	— 1,2	— 0,5	— 0,2	— 1,1	+ 1,0
Winter	— 2,7	+ 1,1	+ **2,9**	+ 0,2	— 0,4	— 0,5	+ 0,5	— 1,3
Frühling	— 5,5	— 4,1	+ 1,0	+ **3,2**	+ 2,5	+ 2,1	+ 1,8	— 11

Im Sommer und Herbst überwiegen im Mittel durch die ganze Atmosphäre südwestliche, im Winter und Frühling nordwestliche und nördliche Strömungen.

Die Werthe der Zeiten für die verschiedenen Höhen zeigen wie im Jahresmittel, so auch in den Jahreszeiten, dass jede Strömung in allen Höhen der Atmosphäre mit wenigen Ausnahmen vorkommt, dass aber gewisse Regionen von gewissen Strömungen bevorzugt werden. Wir fassen wiederum die polaren (NW N NE) und die äquatorialen (SE S SW) zusammen und erhalten aus den Tabellen 5, 8, 11 und 14 folgende Zeiten:

(Tabelle 20.)

Polare Strömungen.

Luftdruck.	Sommer.		Herbst.		Winter.		Frühling.	
	T.	Δ	T.	Δ	T.	Δ	T.	Δ
760 mm × 0,0	12,1	— 16,6	**36,5**	+ 41	23,2	— 14,9	38,5	— 3,6
0,2	21	— 7,7	34,5	+ 2,1	30,4	— 7,7	39,7	— 2,4
0,4	29,4	+ 0,7	32,3	— 0,1	39,2	+ 1,1	40,9	— 1,2
0,6	**37,7**	+ 9	30,2	— 2,2	**49,8**	+ 11,7	42,1	0
0,75	28,6	— 0,1	29,3	— 3,1	43,8	+ 5,7	43,6	+ 1,5
0,86	31,5	+ 2,8	33,6	+ 1,2	38,2	+ 0,1	46,8	+ 4,7
0,94	**44,4**	+ 15,7	**36,4**	+ 4	**39,5**	+ 1,4	**49**	+ 6,9
1,0	31,4	+ 2,7	23,2	— 9,2	30,2	— 7,9	**44,7**	+ 2,6
Mittel	28,7		32,4		38,1		42,1	

*) A. a. O. S. 338.

(Tabelle 21.)

Aequatorielle Strömungen.

0,0	**51,8**	+ 10,6	37,6	— 0,1	**46,6**	+ 14,7	**36**	+ 5,5
0,2	46,2	+ 5	38,4	+ 0,7	40,2	+ 8,3	33,3	+ 3,8
0,4	41,4	+ 0,2	39,2	+ 1,5	31,6	— 0,3	32,6	+ 2,1
0,6	36,9	— 4,3	**40**	+ 2,3	23,3	— 8,6	30,7	+ 0,2
0,75	41,1	— 0,1	38	+ 0,3	24	— 7,9	28,5	— 2
0,86	38,8	— 2,4	29,7	— 8	27,9	— 4	22,7	— 7,8
0,94	23,8	— 17,4	27,7	— 10	23,1	— 8,8	19	— 11,5
1.0	**43,6**	+ 2,4	**58,3**	+ 20,6	**47,8**	+ 15,9	31,6	+ 1,1
Mittel	41,2		37,7		31,9		30,5	

Der Haupttummelplatz der polaren Strömungen ist im Jahresmittel*) die Region des untern Gewölks und des untern Cirrus. In der ersteren bleiben diese Strömungen während aller 4 Jahreszeiten die vorwiegenden, aber die obere Region ändert im Laufe des Jahres ihre Lage. Sie befindet sich im Sommer in der Höhe des untern Cirrus, steigt im Herbst bis in die höchsten Höhen der Atmosphäre, sinkt im Winter wieder herab zum untern Cirrus und geht immer tiefer herunter im Frühling, um sich hier mit der untern Region zu vereinigen und selbst noch die Windregion in sich aufzunehmen.

Die äquatorialen Strömungen beherrschen im Jahresmittel ebenfalls 2 Regionen, die Windregion und die obersten Schichten der Atmosphäre.

In den Jahreszeiten gilt dasselbe, nur im Herbst, wo die polaren Strömungen nach oben steigen, sinken die äquatorialen herab zum untern Cirrus und im Frühling, wo die polaren bis auf die Erdoberfläche herabgehen, stehen die äquatorialen auch in der Windregion zurück gegen die häufiger auftretenden polaren Strömungen.

Berechnet man nach der Lambert'schen Formel**) die mittlere (resultirende) Richtung der Luftbewegung für die verschiedenen Schichten, so erhält man die folgenden Werthe von S durch W nach N gerechnet.

(Tabelle 22.)

	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.	Jahr***)
760 mm × 0,0	(66,7°)	**89°**	(70,5°)	(93,9°)	(76,7°)
0,2	72,9°	85,5°	81,2°	98,2°	81,8°
Oberer cirrus	79,2°	83,2°	96,3°	101°	87,6°
Unterer cirrus	**90,8°**	(81,4°)	**117°**	104°	**94,5°**
Wölkchen	79,2°	83,2°	109°	108°	90,6°
Wolken	83,1°	93,1°	104°	119°	97.1°
Untere Gewölk	**107°**	**98,1°**	**118°**	**126°**	**110°**
Wind	(67,8°)	(47,2°)	(50,7°)	**139°**	(56,7°)
Mittel	79,4°	84,7°	95,8°	106°	88,7°

*) A. a. O. S. 340.

**) S. Kämtz, Meteorol. I. S. 165.

***) A. a. O. S. 338. Tab. 4.

Diejenigen Resultanten, welche gegen die des Mittels am meisten nach Nord gewandt, sind fett gedruckt, die gegentheils am meisten nach Süd gewandt, sind eingeklammert und man sieht, dass erstere an denselben Stellen befindlich, wie in Tabelle 20 und die eingeklammerten an denselben Stellen wo in Tabelle 21 die fettgedruckten stehen. Nach den Werthen der Tabelle 22 sind die Fig. 6—10 entworfen. Die (senkrechten) Abscissen entsprechen dem Luftdruck der Höhenregionen, die (wagerechten) Ordinaten dem $< m = tg\ A/B$ von Süd durch West nach Nord gerechnet, so dass also 0° Süd bedeutet, 45° SW, 90° W, 135° NW etc. Unten ist der Winkel oder die Richtung der Resultante des planimetrischen Mittels angegeben, z. B. beim Sommer 79,4°. Die Regionen der Atmosphäre, in welchen der Winkel der Resultante das Mittel übersteigt (durch Einwirkung nördlicher Ströme) sind vertikal, diejenigen, in welchen der Winkel kleiner ist, als das Mittel (durch Einwirkung südlicher Ströme), sind horizontal schraffirt.

Die Wirkung nördlicher Ströme kommt am meisten zum Ausdruck in den Gegenden b und c, die südlicher in a und d. Sie sind im Jahresmittel sowohl, wie auch in allen Jahreszeiten genau da gelegen, wo auch nach Tabelle 20 und 21 bez. die polaren und äquatorialen Strömungen am meisten das Mittel überschreiten und durch fetteren Druck bezeichnet sind.

3. Massen (Volumina) der fortbewegten Luft.

Bestimmt man mittelst der Lambert'schen Formel zunächst nach den planimetrischen Mitteln der Tabellen 6, 9, 12 und 15 die resultirende Richtung der Luftbewegung, so erhält man die folgenden Werthe:

	Sommer	Herbst	Winter	Frühling	Jahr*)
$B =$	− 65,3	− 18,1	+ 97,8	+ 76	+ 8,1
A =	− 268,7	− 288	− 313	− 211,2	− 268
$A/B = tg\,m =$	+ 4,39	+ 15,9	− 3,2	− 2,78	− 33,5
$m =$	S 77,2° W.	S 86,4° W.	S 107,4° N.	S 109,8° N.	S 91,7° N.**)

Dieselbe ist hiernach im Sommer südlicher, als im Jahresmittel, im Herbst nähert sie sich demselben, im Winter und Frühling ist sie nördlicher.

Besonders wichtig werden aber diese Werthe dadurch, dass die Senkrechten auf die so berechneten Resultanten die Richtung bezeichnen, in welcher ein gleicher Austausch der Luftmassen erfolgt. (Ausgleichungsrichtung.) Stellt Fig. 16 in der Windrose S, W, N, E ac das nach der Lambert'schen Formel berechnete A vor, cb das berechnete B, so ist $dc \left(= \sqrt{A^2 + B^2}\right)$ die Resultante und ihre Richtung bestimmt durch den $< m \left(= tg\frac{A}{B}\right)$. Der von den beiden Komponenten A und B auf die Resultante cd senkrecht fliessende Theil der Luft wird dargestellt durch die auf dc senkrechten ae $(= A \times \cos m)$ und bf $(= B \sin m)$. Diese beiden Strecken ae und fb sind einander gleich, d. h. es fliesst in der Richtung senkrecht auf dc (in der Ausgleichungsrichtung) gerade so viel Luft herüber wie hinüber.

*) A. a. O. S. 340, Tab. 6, unterste Reihe, s. auch die Anmerkung.

**) m von S über W nach N gerechnet.

Um nun zu erfahren, wie sich dieser Austausch der Luftmassen in den verschiedenen Höhen der Atmosphäre vollzieht, braucht man nur die senkrecht auf die (aus dem planimetrischen Mittel bestimmte) Resultantenrichtung fliessenden Theile der Luft (A cos m und B sin m) für jede Höhe zu berechnen, und daraus den Ueberschuss der von der Nord- und Südseite her andringenden Luftmenge zu bestimmen. Dies Verfahren, angewandt auf die in den Volumentabellen des Jahresmittels und der 4 Jahreszeiten enthaltenen Werthe ergiebt nun die folgenden Resultate, wobei nur noch zu bemerken ist, dass der Winkel $m = tg\ A/B$ immer von Süd aus über West nach Nord zu gerechnet ist, und dass, wenn derselbe 90° überschreitet (im 2. Quadranten) der cos m negativ wird.

Tabelle 23.

Region. Luftdruck 760 mm.	Grenze d. Atmosph. +0,0	0,2	Ob. Cirr. 0,4	Unt. Cirr. 0,6	Wölkchen. 0,75	Wolken. 0,86	Unt. Gew. 0,94	Wind. 1,0	Plan. Mittel.	
Jahresmittel *) $tg\ A/B = m = 91{,}7°$ sin $m = 0{,}9997$ cos. $m = -0{,}0297$.										
B	— 65	— 21	+ 13	+ 39	+ 18,8	+ 28,6	+ 60	— 20,2	+ 8	(1. s. Fig. 15.)
A	— 422	— 359	— 298	— 238	— 190	— 156	— 178	— 44,8	— 268	
B sin m	— 65	— 21	+ 13	+ 39	+ 18,8	+ 28,6	+ 60	— 20,2	+ 8	
A cos m	+ 12,5	+ 10,7	+ 8,9	+ 7,1	+ 5,6	+ 4,6	+ 5,3	+ 1,3	+ 8	
B sin m — A cos m	— 77,5	— 31,7	+ 4,1	+ 31,9	+ 13,2	+ 24	+ 54,7	+ 21,5	0	
Sommer $tg\ .\ \frac{A}{B} = 77{,}2° = m$. sin $m = 0{,}975$ cos $m = + 0{,}221$.										
B	— 263	— 154	— 60	+ 17	— 19,2	— 7,5	+ 53,4	— 30,1	— 65,3	(2. s. Fig. 11.)
A	— 545	— 449	— 359	— 199	— 175	— 132	— 173	— 64	— 287	
A sin m	— 256	— 150	— 58,5	+ 16,6	— 18,7	— 7,3	+ 52,1	— 29,3	— 63,7	
B cos m	— 120	— 99,2	— 79,3	— 44	— 38,7	— 29,2	— 38,2	— 14,1	— 63,5	
B sin m — A cos m	— 136	— 50,8	+ 21,2	+ 60,6	+ 20	+ 21,9	+ 90,3	— 15,2	0	
Herbst $tg\ A/B = m = 86{,}4°$ sin $m = 0{,}998$ cos $m = + 0{,}0628$.										
B	— 3	— 18	— 32	— 44	— 19,3	+ 21,7	+ 32,5	— 58	— 18,1	(3. s. Fig. 12.)
A	— 388	— 330	— 323	— 316	— 228	— 227	— 212	— 42,1	— 288	
B sin m	— 3	— 18	— 31,9	— 43,9	— 19,3	+ 21,6	+ 32,4	— 57,9	— 18,1	
A cos m	— 21,2	— 20,4	— 20,3	— 19,8	— 14,3	— 14,2	— 13,3	— 2,64	— 18,1	
B sin m — A cos m	+ 18,2	+ 2,7	— 11,6	— 24,1	— 5	+ 35,8	+ 45,7	— 55,3	0	
Winter $tg\ A/B = m = 107{,}4°$ sin $m = 0{,}954$ cos $m = - 0{,}299$.										
B	+ 15	+ 92,3	+ 138	+ 181	+ 86	+ 46	+ 68	— 25	+ 97,8	(4. s. Fig. 13.)
A	— 476	— 431	— 357	— 262	— 245	— 164	— 173	— 44,5	— 313	
B sin m	+ 14,3	+ 88	+ 132	+ 173	+ 82	+ 43,9	+ 64,9	— 23,8	+ 93,3	
A cos m	+ 142	+ 129	+ 107	+ 78,3	+ 73,2	+ 49	+ 51,7	+ 13,3	+ 93,5	
B sin m — A cos m	— 128	— 41	+ 25	+ 94,7	+ 8,8	— 5,1	+ 13,2	— 10,5	0	
Frühling $tg\ A/B = m = 109{,}8°$ sin $m = 0{,}941$ cos $m = - 0{,}339$.										
B	+ 68,6	+ 79,7	+ 83,2	+ 83	+ 67	+ 67,5	+ 85	+ 31,2	+ 76,1	(5. s. Fig. 14.)
A	— 312	— 278	— 239	— 196	— 146	— 121	— 156	— 23,4	— 211	
B sin m	+ 64,5	+ 75	+ 78,3	+ 78,1	+ 63	+ 63,5	+ 80	+ 29,3	+ 71,6	
A cos m	+ 106	+ 94,2	+ 81	+ 66,4	+ 49,5	+ 41	+ 52,9	+ 7,9	+ 71,5	
B sin m — A cos m	— 41,5	— 19,2	— 2,7	+ 11,7	+ 13,5	+ 22,5	+ 27,1	+ 21,4	0	

*) D. Z. S. 340, Tab. 6.

Nach den Werthen der mit 2, 3, 4, 5 und 1 bezeichneten Reihen dieser Tabelle 23 sind die Zeichnungen der Fig. 11 bis 15 entworfen. Sie lassen erkennen, in welcher Weise der Austausch der hinüber- und herüberströmenden Luftmassen in den verschiedenen Höhenregionen der Atmosphäre vor sich geht, indem für jede Höhe der Ueberschuss der entweder (von der Nordseite N) herüber oder (von der Südseite S) hinüberströmenden Luft angegeben ist.

Im Jahresmittel Fig. 15 umfasst die Region, in welcher von der Nordseite her mehr Luft herüberfliesst, den untern Theil der Atmosphäre vom untern Gewölk bis zum obern Cirrus und zwar sind wiederum in den Gegenden des untern Cirrus und des untern Gewölks die Ueberschüsse der von N her andringenden Luft die grössten. Die von der Südseite (S) her hinübergehenden Luftmassen zeigen Ueberschüsse in der Windregion und den Gegenden der Atmosphäre, welche jenseit des obern Cirrus bis zur Grenze derselben sich erstrecken.

Wir sehen in den Fig. 11 bis 14, wie im Laufe des Jahres die von der Nordseite her andringende Luft im Sommer ungefähr in denselben Regionen Ueberschüsse zeigt, wie im Mittel des Jahres. (Vergl. *b c* Fig. 11 und 15.) In der kleinen Windregion *a* und den grossen obern Räumen der Atmosphäre, jenseit des obern Cirrus bis zur Grenze *d*, überwiegt die von Süd (S) her hinübergehende Luft.

Im Herbst sinkt dieselbe aus der Höhe zur Mitte der Atmosphäre herab (*d* Fig. 12) und hebt den daselbst befindlichen Theil der von Nord andringenden Luft in die Höhe (c). Im Winter stellt sich die natürliche Ordnung wieder her. Die Nordströmung *c* (Fig. 13) ist wieder unter die Südströmung *d* gesunken und überwiegt im mittleren Theile (*c*) der Atmosphäre in ausserordentlich hohem Grade, während sie nach unten hin (bei *b*) nur geringe Ueberschüsse zeigt. Im Frühling nimmt die Masse derselben bei *c* (Fig. 14) ab, aber nach der Tiefe (*b*) hin zu und selbst die Windregion (*a*) zeigt einen Ueberschuss nördlicher Luft, während die von Süd herübergehende in der ganzen obern Hälfte der Atmosphäre überwiegt.

Ein Vergleich der Fig. 11 bis 15 mit den Fig. 6 bis 10 lässt sofort erkennen, dass Zeiten und Massen der Strömungen sich in analoger Weise verhalten. Im Mittel jeder Jahreszeit gleichen sich, wie gesagt, in der Richtung die senkrecht auf die Resultante steht, die Ueberschüsse aus und es strömt so viel Luft von der einen Seite, wie von der andern Seite herüber. Diese Ausgleichungsrichtung, welche im Jahresmittel ungefähr dem Meridian entspricht, indem sie einen rechten Winkel bildend mit der Resultante S 91,7° N*) 1,7° gegen denselben nach rechts (Ost) geneigt ist, macht im Laufe des Jahres eine Schwenkung hin und her. Im Sommer ist sie senkrecht auf S. 77,2° W,

*) S. die berechneten Werthe von *m* auf S. 20.

d. h. 12,8° nach links (West) vom Meridian gewandt, im Herbst 3,6°, im Winter 17,4° nach rechts (Ost), desgleichen im Frühling 19,8°.

Durch graphische Konstruktion kann man daraus annähernd die Lage der Ausgleichungsrichtung in den 12 Monaten bestimmen. In Fig. 17 ist mm der Meridian, die unterhalb und oberhalb gezogenen Ordinaten entsprechen den Neigungen der Ausgleichungsrichtung nach links (Westen) und nach rechts (Osten) vom Meridian. Die Kurve ist so gezogen, dass die von ihr begrenzten Räume unterhalb und oberhalb des Mittels in jeder Jahreszeit gleich sind, z. B. im Herbst der Raum $abc = cde$. Man erkennt aus der Zeichnung, dass die grösste westliche und östliche Ablenkung bez. gegen Mitte Juli und Mitte März stattfindet. Ende Oktober und Ende Mai liegt die Ausgleichungsrichtung im Meridian. Die Schwenkung von der äussersten Lage links nach dem Extrem auf der andern Seite (von Westen nach Osten) vollzieht sich in etwa acht Monaten, die in umgekehrter Richtung in viel kürzerer Zeit, in etwa 3 Monaten, und hier sind es namentlich die Monate Mai und Juni, in welchen die Aenderung der Ausgleichungsrichtung am schnellsten vor sich geht.

Die Militär-Luftschifffahrt in Frankreich.

In dem bekannten Buche „Avant la bataille“ befindet sich auch ein Kapitel „Le service militaire de l'aérostation“, welches uns über die Entwicklung der Militär-Luftschifffahrt in Frankreich in gedrängter Form Auskunft verschafft.

Zunächst wird der Versuche Giffard's und Dupuy de Lome's Erwähnung gethan, welche nicht mit dem erwarteten Erfolge ausfielen. Bei der Reorganisation der Armee nach dem Kriege von 1870/71 wurde alsdann unter dem Vorsitze des Oberst Laussedat eine Kommission in's Leben gerufen, welche alle jene Mittel, wie Telegraphie, Ballons und Brieftauben, zu zweckmässigen militärischen ausbilden sollte.

Um dieselbe Zeit arbeiteten einige Offiziere auf eigene Faust an der Lösung des Problems des lenkbaren Luftschiffes. Zwei dieser Erfinder, die Kapitäns Renard und de la Haye, der erste vom Genie-Korps, der zweite von der Infanterie, im Alter von 20 bis 25 Jahren (!), kamen darin überein, zusammen an der Verwirklichung dieser Idee zu arbeiten. Anfangs hatten sie ebenso wenig Glück, wie ihre Vorgänger. Bei der Katastrophe mit dem Ballon „L'Univers“, mit dem mehrere Kommissionsmitglieder aufgestiegen waren, brach sich der Oberst Laussedat beide Beine, Kapitän Renard brach einen Arm und beschädigte sich an einer Seite. Das war für den Anfang um so weniger ermuthigend, als das Kriegsministerium die Gelegenheit benutzte, um einen Theil des für so wagehalsige Versuche bewilligten Geldes zu streichen.

Aber nicht dieses Unglück mit seinen ebenso unangenehmen Folgen, nicht die Neckereien ihrer Kameraden konnten die jungen Erfinder von der Verfolgung ihres Zieles abhalten. Sie hatten das Glück, bald einflussreiche Protektoren zu finden. General Berthaut, welcher bald darauf Kriegsminister wurde, sah in diesem Unglücksfall nichts als einen bedauerlichen Zufall und zögerte nicht, das Streben dieser beiden Offiziere zu protegiren, indem er ihnen zunächst zur Fortsetzung ihrer Studien den Park von Chalais, südlich des Schlosses von Meudon, einräumte. Dort richteten die Kapitäns ihre Werkstätten ein und erhielten dabei den Befehl, sich ganz besonders mit gefesselten Ballons zu beschäftigen. Sie hatten kaum ihre Arbeit begonnen, als ihr hoher Protektor sein Amt niederlegte. Da ihnen in der Folge die bewilligten Gelder wieder entzogen wurden, wandten sie sich 1878 an Gambetta. Damals hatte Tissandier gerade sein lenkbares Luftschiffmodell zur Ausstellung gebracht. Es erschien unzulässig, dass die Armee, welche den meisten Vortheil aus dieser Erfindung ziehen konnte, sich von der Privat-Industrie überholen liesse. Gambetta nahm daher das Gesuch des Kapitäns wohl auf und verschaffte der Luftschifffahrtsschule einen Kredit von 200000 Frks. Die Schwierigkeiten waren aber damit noch lange nicht überwunden; das Kriegsministerium weigerte sich, diese nicht geforderte Summe zu verwenden. Es bedurfte einer neuen Intervention Gambetta's in seiner offiziellen Stellung, indem er sich auf das Recht der parlamentarischen Kontrolle stützte. Die Militär-Verwaltung wollte trotzdem noch nicht nachgeben. Der Kapitän de la Haye erhielt den Befehl, zu seinem Regiment zurückzukehren, und Renard wurde der Auftrag ertheilt, sich nur mit dem Ballon-captif zu beschäftigen, von dessen Nützlichkeit man sich auf den grossen Manövern überzeugt hatte. Jeder wisse wohl, dass gegenwärtig Ballonparks in allen befestigten Lagern eingerichtet wären und dass man dieselben auch in Tonkin verwendet hätte.

Erst 1882 nahm Kapitän Renard, der seit 1879 durch den Kapitän Krebs unterstützt wurde, die Arbeiten am lenkbaren Ballon wieder auf. Seit 1883 konstruirte er, nachdem Versuche mit kleinen Modellen geglückt waren, das Luftschiff „La France“, welches im Mai 1884 fertiggestellt und am 9. August desselben Jahres zum ersten Male probirt wurde. Dieses Luftschiff ist 50 m lang, hat 8,80 m Durchmesser und 1864 kbm Inhalt. Die Gondel ist 33 m lang, 1,40 m in der Mitte breit und ist von 2 m hohen Wänden umgeben. In letzterer ist der elektrische Motor aufgestellt, welcher die vorn angebrachte zweiflügelige Schraube von 7 m Durchmesser in Bewegung setzt. Hinten befindet sich ein Steuerruder aus Seidenstoff, welches durch einen Holzkörper gespannt erhalten wird. Das Totalgewicht beträgt 2000 kg.

Die Fahrten des Luftschiffs „La France“ vom 9. August und 12. September 1884, sowie am 22. und 23. September 1885 sind allgemein bekannt. Das Luftschiff ist vollkommen lenkbar und vermag sich in einer beliebigen

Höhenlage zu erhalten. Der Kapitän Renard hat dann seinen Bruder, der gleichfalls Genie-Offizier ist, zu seiner Unterstützung herangezogen, während Kapitän Krebs in das Sapeur-Pompier-Regiment in Paris versetzt wurde. Es ist noch nicht Alles vollkommen an dem Luftschiff, es ist aber unleugbar, dass damit ein enormer Fortschritt auf diesem Gebiete erreicht ist, welcher zu den besten Hoffnungen für die Zukunft berechtigt.

Gegenwärtig sind in Folge des glücklichen Erfolges Mittel bewilligt, um zunächst den elektrischen Motor auf eine möglichst grosse Kraftentfaltung bei geringstem Gewicht weiter zu vervollkommnen.

Es erfordere noch hinzuzufügen — bemerkt der Verfasser —, dass die französische Armee wohl lange Zeit die einzige sein würde, welche einen lenkbaren Ballon besitzt, und dass ferner dieselbe schon vollständig mit dem kompleten Material von Captifs und gewöhnlichen Ballons versehen sei. Russland und Italien hätten aus Frankreich sich bereits Ballontrains verschafft, die allerdings von der Privat-Industrie angefertigt seien. Die genannten Mächte wären vollkommen von der Güte des Materials befriedigt worden. Diese Thatsachen verdanke man dem Geiste, der in der französischen Armee herrsche, und der Unterstützung von Berthaut und Gambetta. Kaum habe man aber nun die Hoffnung, das Problem zu lösen, als auch allerseits schon Versuche gemacht würden, Mittel zur Zerstörung des Ballons aufzufinden. Gegenwärtig fänden solche im In- und Auslande mit besonders für diesen Zweck konstruirten Feuerwaffen statt. Mck.

Zenker's neuer Ballon-Motor.

Von C. **Zenker** in Breslau.*)

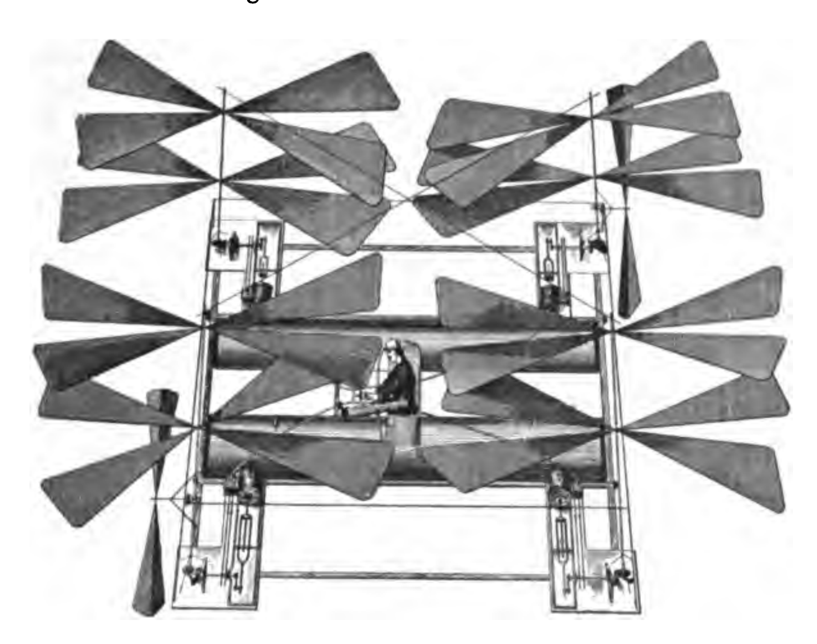
Die Anwendung des elektrischen Stromes als Triebkraft hat in letzter Zeit die Lenkbarkeit des Luftballons bestätigt. — Dagegen muss zugegeben werden, dass die Natur dieses Systems eine nur kurze Zeitdauer des Betriebes bedingt.

Der lenkbare Luftballon kann aber nur eine praktische Anwendung finden und Bedeutung erreichen, wenn ein erfolgreicher Betrieb auf mehrere Stunden gesichert ist. Damit muss eine billigere und bequemere Betriebsweise verbunden sein, sowie auch die ganze Installation weniger Kosten erfordert.

*) Anmerkung der Redaktion. Herr Zenker, Maschinen-Konstrukteur und Fabrikant in Breslau (Grünstr. 4), welcher uns um Aufnahme dieses Artikels gebeten hat, erklärt sich auch bereit, den Motor sammt Propellerschrauben vollständig fertig zu liefern. Der Preis beläuft sich auf etwa 2800 Mk. Leider haben wir nicht Gelegenheit gehabt, den Motor in Augenschein zu nehmen und uns ein Urtheil über seine praktische Brauchbarkeit zu bilden. Die Abbildung erweckt einige gewichtige Bedenken. Die Verantwortlichkeit für die Publikation müssen wir völlig dem Autor überlassen.

Unter diesen Gesichtspunkten suchte ich die Konstruktion eines Ballon-Motors auszuführen, was mir nach jahrelangem Versuchen endlich gelungen ist.

Der Motor sammt Propellerschrauben ist nebenstehend abgebildet. Man beachte dabei, dass die Propellerschrauben vertikal wirkend gezeichnet sind, weil sie sich so übersichtlicher darstellen liessen, während sie in Wirklichkeit horizontal wirkend angebracht sind.



Die Betriebskraft ist ein Aether, der sich bei schneller Entwicklung schon bei + 30° in gespannte Dämpfe von hohem Druck verwandelt. Erwägt man, dass eine Luftwärme von + 15° im Laufe des Jahres sehr gewöhnlich ist und dieselbe auch beständig freiwillig an der Verdampfung mitarbeitet, so ergiebt sich ein wirklicher Mehrgebrauch von + 15°. — Dieser günstige Umstand gestattet die Anwendung eines unbedeutenden Quantums Heizmaterials gegenüber der Erzeugung von Wasserdampf. Die geringe Menge des Heizmaterials schliesst aber auch Feuersgefahr für den Luftballon über dem Motor aus, umsomehr, als das Heizmaterial mit einem Fingerdruck sofort gänzlich zu erlöschen und mit einem Streichholz wieder zu voller Wirkung zu entflammen ist. Dieses vortheilhafte Heizmaterial ist Spiritus, der durch ein gutes Brennersystem zu sehr energischer Wirkung gebracht wird und auch während des Brennens nach Bedarf regulirt werden kann.

Ist bei der neuen Maschine schon der Vortheil einer schnellen Dampf- bezw. Krafterzeugung wesentlich, so gewinnt sie doch erst ihre volle Bedeutung dadurch, dass eine sofortige Kondensation der gebildeten Dämpfe nach ihrem Austritt aus der Betriebsmaschine herbeigeführt wird. — Zu diesem Zweck werden sie in einem (zweiten) leeren Kessel aufgefangen und

kondensirt von hier mittelst Speisepumpe in den Dampfkessel zurückgeführt. Wegen dieses beständigen Kreislaufes ist nur ein unbedeutendes Quantum Aether zur Dampfbildung erforderlich.

Die Umsetzung der Betriebskraft in Arbeit erfolgt mittelst der bekannten, längst bewährten und leicht zu bedienenden Dampfmaschine. Es muss selbst der Elektriker zugestehen, dass eine solche im Verhältniss zu ihrem Gewicht und der Stärke der Kraftübertragung viel leichter als jede dynamoelektrische Maschine von gleicher Wirkung auszuführen ist. Ein grosser Vortheil liegt ferner in dem Ausschluss jeder Transmission, indem die Propellerschraube direkt an der Kurbelwelle der Dampfmaschine befestigt wird. Hierdurch wird nicht nur das Schwungrad erspart, sondern auch jedes Versagen der Transmission, die unter den obwaltenden Verhältnissen sehr leicht eintreten kann, verhindert.

Ich habe nun einen derartigen vierfachen Motor, wie er durch beigefügte Abbildung dargestellt ist, bei mir im Betriebe aufgestellt. Derselbe arbeitet bis zu 400 Pfund Kraft, mittelst deren er Propellerschrauben von etwa 16 qm Fläche in schnelle Rotation versetzt, wiegt aber nur etwa 400 Pfund, einschliesslich des Rahmens, auf dem die vier Betriebsmaschinen und der Kessel montirt sind, wie auch des Heizapparats und des Betriebsmaterials auf etliche Stunden. Die übliche Gondel wird durch den Rahmen oder die Grundplatte, welche zudem mit einer passenden Barriere umgeben ist, vollständig erübrigt; diese gewährt dem Luftschiffer einen ebenso sicheren als bequemen Aufenthalt.

Die Befestigung an dem Ballon geschieht von den vier Eckpunkten des Rahmens aus mittelst Seilen. Es wird durch diesen neuen Motor einem Luftschiffer, welcher über einen womöglich länglichen Ballon von mittlerer Grösse zu verfügen hat, Gelegenheit gegeben, mit demselben erfolgreich vorwärts zu steuern. Segel zum Laviren lassen sich gleichfalls anbringen.

Der Motor ist wiederholt im Freien in Betrieb gesetzt, auch im Winter bei nur + 2° und lebhafter Luftbewegung, wobei trotzdem die ausreichende Entwicklung der Triebkraft binnen 10 Minuten erfolgte.

Ueber die Möglichkeit des persönlichen Kunstfluges

von Ernst Freiherr von **Wechmar.**

(Schluss.)

Von gegnerischer Seite erschien hierauf in No. 12 vom 10. Februar d. J. die folgende Erwiderung:

Nachdem Herr Baron v. Wechmar, wie seine letzte Erwiderung zeigt, nicht beabsichtigt, die mechanische Lösung des Flugproblems auf die, wie er sagt, jedem Realschüler bekannten und unbestreitbaren Fundamentalsätze der Mechanik zu basiren, sondern es vorzieht, die durch Rechnung bewiesenen Lücken seines Vorschlages durch physiologische Betrachtungen zu umgehen, so bleibt uns wohl nichts übrig, als die Resultate seiner angekündigten Versuche abzuwarten. Es wird sich ja da zeigen, ob

die Physiologie ohne Benutzung der aus der Lehre der Mechanik gezogenen Schlüsse zu irgend einem der vom Herrn Baron v. Wechmar angekündigten Resultate führen wird. Wir vermeinen zwar, dass der Kausalnexus, in welchem Mechanik und Physiologie steht, dies gänzlich ausschliesst, und der „fliegende Mensch“, wie er vom Herrn Verfasser gedacht wird, ein Unding ist und bleibt — aber vielleicht irren wir, und wir werden glücklich sein, wenn wir durch Thatsachen hierüber eine eindringliche Belehrung erhalten! Vederemo!

Hierauf gab ich in No. 14 der Vedette vom 17. Februar l. J. folgende Entgegnung:

Als ich meine „Fundamentalsätze der Flugtechnik“ niederschrieb und die Möglichkeit des persönlichen Kunstfluges nachwies, war ich mir wohl bewusst, dass ich in gewissen „Fachkreisen“ am letzten für meine allerdings von den althergebrachten Ansichten wesentlich abweichenden Neuerungen Verständniss finden werde. Denn (ich zitire nur die unsterbliche Strophe Göthe's): „Daran erkenn' ich die gelehrten Herrn! Was Ihr nicht tastet, steht Euch meilenfern — Was Ihr nicht fasst, das fehlt Euch ganz und gar — Was Ihr nicht rechnet, glaubt Ihr, sei nicht wahr — Was Ihr nicht wägt, hat für Euch kein Gewicht — Was Ihr nicht münzt, das, meint Ihr, gelte nicht!“ Ich habe mich nicht getäuscht, denn wiewohl ich im wesentlichen bereits in meiner letzten Entgegnung dargethan und nachgewiesen habe, wie durch falsche Anwendung des „Einmaleins der Mechanik“ und Einstellung unrichtiger Werthe in eine höchst einfache Rechnung in natürlicher Folge ein total gefehltes und zu Trugschlüssen führendes Resultat gewonnen wurde, ist man auf gegnerischer Seite doch keineswegs zur Erkenntniss des Irrthums gelangt. Wie kann auch dort, wo nur einseitige und beschränkte Auffassung zu bestehen pflegt — ich spreche von den gewissen gelehrten Herren im allgemeinen — philosophischer Geist und spekulative Forschung erwartet werden! Ob aber der Vorwurf, dass ich „die durch Rechnung bewiesenen Lücken meines Vorschlages durch physiologische Betrachtungen zu umgehen vorgezogen habe“, gerechtfertigt ist, überlasse ich der Entscheidung derer, welche im Interesse der Sache die über die Möglichkeit und Ausführbarkeit des persönlichen Kunstfluges hier geführte Disputation verfolgt haben. Ich sollte vielmehr meinen, dass ich der Sache sehr strikte auf den Leib gegangen bin und ziffernmässig den Gegenbeweis für die Unrichtigkeit der Rechnung geliefert habe. Der Soldat in der Marschausrüstung trägt wohl mindestens 20 Kilo am Leibe, die er recht wohl 1 Meter hoch vom Boden hebt und fortschafft, also eine Arbeitsleistung von 20 Meterkilo verrichtet; wohlverstanden aber nebstbei auch noch sein Eigengewicht von 60 Kilo meilenweit trägt. Und hierauf, nämlich um die Fortschaffung des Eigengewichts ohne merkliche Belastung der Bewegungsorgane, kommt es ja doch nur lediglich hier an.

Wenn dieser ziffermässige Nachweis nicht hinreicht, den Herrn Gegner zu überführen, so muss ich wohl überhaupt darauf verzichten, ihn anderer Ansicht zuzuführen. Doch im Interesse der Sache, die eben leider noch vielfach eine so skeptische Auffassung findet, möchte ich wohl trachten, den Gegenstand einer richtigen Beurtheilung und Erkenntniss noch näher zu führen. So will ich denn im Anschluss an meine letzten Ausführungen noch zeigen, wie wenig durchdacht dasjenige ist, was von gegnerischer Seite gegen die von mir behauptete Möglichkeit des persönlichen Kunstfluges eingewendet wird. Es wird nämlich dort in Nummer 9 der „Vedette“ wörtlich gesagt: „Das Schwimmen im Wasser kann mit dem Schwimmen

in der Luft nur dann ein analoges werden, wenn die Gewichtsverhältnisse der Medien und der Schwimmkörper gleich werden. Der Mensch ist beinahe genau so schwer, als die Menge des Wassers, welche sein Körper verdrängt, er bedarf also, um zu schwimmen, gar keiner Kraft, was ja jeder Schwimmer schon erfahren hat, wenn er sich auf den Rücken legt, und vermag daher seine ganze Muskelkraft dem Vorwärtsschwimmen zuzuwenden."

Legen wir an das Gesagte die kritische Sonde an, so sind, was erstens die Gewichtsverhältnisse der Medien anbelangt, also der Luft und des Wassers zu den Schwimmkörpern: Vögel und Fische, wie jedermann weiss, diese Gewichtsverhältnisse keineswegs gleich, denn der Fisch sinkt auch ohne Bewegung im Wasser nicht unter, sondern bleibt sogar, wenn er todt ist, als spezifisch leichterer Körper als das Wasser auf der Oberfläche liegen, bis Fäulniss und Verwesung seine Auflösung bewirken; während das spezifische Gewicht des Vogels zur Luft etwa in dem Verhältniss von 100 bis 120 : 1 steht. — Es besteht also ein ganz enormer Unterschied in den angeregten Gewichtsverhältnissen der Medien und der Schwimmkörper! Der Vogel, obgleich 100 bis 120 Mal spezifisch schwerer als die Luft, fliegt doch! —

Nun aber weiter! Wie verhält es sich mit der Behauptung, dass der Mensch zum blossen Schwimmen „gar keiner Kraft" bedürfe, er „daher seine ganze Muskelkraft dem Vorwärtsschwimmen zuzuwenden vermag"? Obgleich auch das blosse Liegenbleiben an der Oberfläche des Wassers nicht Jedem möglich ist, so kann doch füglich von diesem Umstande, als hier unwesentlich, abgesehen werden und lässt sich gegen die aufgestellte Behauptung an sich nichts Wesentliches einwenden; wohl aber gegen die Richtigkeit in der früher aufgestellten Werthbemessung dieser menschlichen Arbeitsleistung für das Vorwärtsschwimmen, die mit höchstens 20 Meterkilo ($^1/_5$ Pferdekraft) angesetzt wurde. Der auf dem Wasser ausgestreckt liegende Mensch ruht also gewissermaassen, d. h. er lastet mit seinem Eigengewichte auf oder vielmehr in der Wasserfläche. Muss er nicht also sein Eigengewicht heben, dasselbe fortschaffen und den bedeutenden Reibungskoëffizienten überwinden, welcher aus dem Gegendrucke der schweren Wassermasse resultirt, wenn er vorwärts kommen will? Nehmen wir an, der Körper wäre leblos und die zum Fortschaffen nöthige mechanische Arbeitsleistung wäre durch Maschinenkraft zu bewirken, so wären doch nicht 15 oder 20 Kilo, sondern 60 Kilo — der von gegnerischer Seite für das Eigengewicht angesetzte Werth — an Hubkraft resp. Arbeitsleistung zu verrichten, abgesehen von der bedeutenden Reibung, welche der Gegendruck eines Mediums, wie das Wasser bewirkt, und welcher Werth also überdies noch in die Rechnung füglich zu stellen wäre. Wahrlich, die hier zu verrichtende mechanische Arbeitsleistung ist, wie auch der Umstand beweist, dass wir nur eine kurze Strecke zu schwimmen im Stande sind, noch bedeutend schwieriger, als die Fortschaffung unseres Körpergewichtes beim Gehen; obgleich die Hebelwirkung der Bewegungsorgane, hier beim Gehen, nur mit den kleinen Flächen der Fusssohlen auf den Erdboden, und dort beim Schwimmen mit den ganzen Flächen der Arme und Beine auf das Wasser ausgeführt wird. Den Hauptfaktor des Schwimmresultates bildet daher sicher der Reibungskoëffizient, denn der Druck der Körperlast zeigt sich thatsächlich und leicht begreiflich im Wasser bei weitem geringer als in der Luft; — ein neuer Beweis für meine Behauptung, dass die bestehenden statischen Daten in der Werthbemessung für die mechanische Arbeitsleistung bezw. Fortbewegung belebter Wesen noch sehr unsicher sind und daher der kritischen Untersuchung bedürfen.

Bei der vorzüglichen motorischen Beschaffenheit unseres Organismus bewirken wir nun die für die Fortschaffung unseres Eigengewichtes zu verrichtende mechanische Arbeitsleistung, insolange wir frisch und gesund sind und keine Ermüdung eintritt, ohne viele Mühe und ohne dass wir es eigentlich gewahr werden, dass wir dasselbe allüberall zu heben haben; gleichviel ob wir stehen, gehen oder schwimmen. Hierdurch ist aber eben der allgemein verbreitete Irrthum entstanden, dass dieses Eigengewicht nur ins Kalkül zu ziehen ist beim — Fliegen. Beispielsweise wenn wir stehen, verdanken wir es etwa blos den Füssen und dem Erdboden, auf dem diese ruhen, dass wir uns aufrecht halten und nicht umfallen? O nein! Vielmehr der in uns wirkenden Lebenskraft, als Agens unseres Organismus. Denn sobald die Lebenskraft in uns erloschen oder auch nur gelähmt wird, tragen uns unsere Füsse nicht mehr, sondern wir fallen um, die wunderbare Kraft der Gelenke, Sehnen und Muskeln versagt; wir müssen uns anlehnen, hinlegen, angelehnt oder hingelegt werden, da unsere Körperlast dann dem Gesetze der Schwere unterliegt und dieselbe nicht mehr wie im frischen und lebenskräftigen Zustande von der vorzüglichen motorischen Beschaffenheit unseres Organismus überwunden wird. Dasselbe gilt von jeder Art der Fortbewegung natürlich noch in erhöhtem Grade.

Bezüglich der nothwendigen Uebung, um die erforderliche Geschicklichkeit zur Erhaltung des Gleichgewichtes zu gewinnen, aus dem Zustande der Labilität in den der Stabilität zu gelangen, weise ich wiederholt auf den wesentlichen Unterschied zwischen thierischem Organismus und Maschine hin. Die mechanische Arbeitsleistung zur Fortbewegung kann durch Uebung um das zehn- und hundertfache beim Menschen erhöht werden, während dies bei ein und derselben Maschine nicht möglich ist. Der Mensch muss in seiner Kindheit stehen und gehen, der Fisch schwimmen, der Vogel fliegen lernen. — „Die Ueberwindung der Gravitationskraft bildet bei jeder Art der Fortbewegung, beim Gehen, wie beim Kriechen, Reiten, Fahren oder Schwimmen, so namentlich auch beim Fliegen die conditio sine qua non. Die dabei fungirenden Bewegungsflächen wirken bei belebten Wesen als „elastische Schrauben" hebelartig auf die Unterlage; also beim Gehen: die Füsse auf den Erdboden; beim Schwimmen: die Flossen auf das Wasser; beim Fliegen: die Flugorgane auf die Luft. (Pettigrew.)" In diesen beiden ersten Fundamentalsätzen meines Leitfadens der Flugtechnik liegt bereits in nuce der Beweis für die Möglichkeit des persönlichen Kunstfluges. Alles folgende ist eigentlich nur Erläuterung und Ausführung dazu.

Der Vogel ohne Flugapparat hat keine grössere Hubkraft als der Mensch. Ist die Kunst im Stande, einen den Flugorganen analogen, gut funktionirenden Flugapparat zu schaffen, so wird dieser auch dieselbe hebelartige Wirkung auf die Luft als Unterlage üben, wie der natürliche Flugapparat der Vögel, d. h. wir werden vermöge der fallschirmartigen Flugmittel unser Eigengewicht ebenso in der Luft fortzuschaffen vermögen und dasselbe ebenso in lebendige Kraft umwandeln, wie beim Gehen oder Schwimmen; bei Voraussetzung rationeller Vorübungen. Dies und die Verbesserung des spezifischen Gewichtes ist meiner Ueberzeugung nach keineswegs unmöglich, und daher vermeine ich auch die Möglichkeit und Ausführbarkeit des persönlichen Kunstfluges für jeden Unbefangenen nachgewiesen zu haben. — — Gewiss stehen Mechanik und Physiologie, wie der Herr Gegner ganz richtig bemerkt, im Kausalnexus, denn erstere ist ja die Abstraktion der letzteren, und bei richtiger Anwendung der bewährten Grundsätze der Mechanik kann es nicht fehlen, dass richtige Nutzanwendungen davon gemacht werden. Die Geschichte des Maschinen-

wesens und der Verkehrsmittel zu Lande und zu Wasser insbesondere bietet die vollgiltigen Belege hierfür. Ist es dem menschlichen Geiste gelungen, im Laufe der Jahrtausende durch Abstraktion aus der Empirie und richtige Nutzanwendung auf dem Gebiete der Mechanik sich von der Schablone frei zu machen, selbständige Bahnen einzuschlagen und die Meere schiffbar zu machen, so wird ihm dies gewiss auch in Bezug auf den Luftozean möglich werden, sobald eben die Wissenschaft auf richtigen Grundsätzen fusst und nicht unrichtige Voraussetzungen ins Kalkül gezogen werden.*) Und auch der persönliche Kunstflug wird möglich und ausführbar werden. Vederemo!

Die Antwort des Herrn Gegners in No. 15 der „Vedette" vom 21. Februar l. J. lautete:

Abermals ergeht sich der Herr Verfasser der „Fundamentalsätze der Flugtechnik" in metaphysischen Erörterungen, deren Ergebniss Hypothesen sind, welche für die Praxis ohne allen Werth sein müssen, weil sie auf unrichtigen Voraussetzungen basiren. Die Arbeit, welche ein Mensch beim Gehen verrichtet, lässt sich ja nicht so messen wie man glaubt. Wenn der Mensch steht, so ruht sein Gravitationsgewicht auf dem Erdboden, und wenn er dann vorwärtsschreitet, so besteht seine Arbeit nicht in der Hebung seines ohnehin unterstützten Körpergewichtes, sondern in der Hebung seines Fussgewichtes, dem er beim Ausschreiten sofort wieder die Unterstützung der Mutter Erde gewährt, welche ihm erlaubt oder es ihm ermöglicht, sein Körpergewicht auf ebener Bahn ohne Hebung nachzuziehen.**) Steigt er mit einer Last aufwärts, so wird die Zeitdauer der Bewegung verlängert, und es entfällt also per Sekunde ein geringerer Weg. Der Vogel aber muss, wenn er sich erheben will,

— — —

*) Anmerkung. Meine in Rede stehende Schrift über Flugtechnik umfasst sowohl den persönlichen Kunstflug als auch die Aëronautik. Ich schmeichle mir, auch hier wesentlich neue Ideen geboten zu haben und mache den sich für die Sache interessirenden Leser namentlich aufmerksam auf die Abtheilung: Kritische Betrachtungen über den gegenwärtigen Stand der Aëronautik und deren Abschnitte: Generelle Uebersicht über die bisherigen Versuche auf aëronautischem Gebiete; — über die Schwierigkeiten der Lösung der aëronautischen Frage; — Hinweise auf die Ausführbarkeit; — Schlussfolgerungen und Nutzanwendung. Das letzte Kapitel bietet Darlegungen über den von mir konstruirten „Ballondrachen" und das Luftschiff der Zukunft. Andeutend will ich hier nur noch erwähnen, dass ich zunächst auf den irrationellen Vorgang bei der bisherigen Gepflogenheit der Ballonfahrten hinleite. Abgesehen von der gänzlichen Ausserachtlassung der einfachsten aërodynamischen Prinzipien, strebte man bisher an, bei der denkbar ungünstigsten hebelartigen Kraftwirkung (von einer winzigen freischwebenden Gondel aus) die Leitung des riesigen Ballonkörpers zu bewirken; ein Vorgang, der nirgends — weder in der Nautik noch sonstwo — ein Analogon hat. Das Luftschiff der Zukunft hat nach meinen Ausführungen einen geschlossenen einheitlichen Körper zu bilden und eignet sich hierzu, in Rücksicht auf das Medium, weder die sphäroidale noch die schmale, längliche, sondern die breite, flache, annähernd linsenartige Form, deren Horizontalquerschnitt etwa die Form des Papierdrachens bietet. Der Aufstieg desselben wird nicht nach der bisherigen Art der Ballonfahrten vertikal, sondern drachenartig in der schiefen Ebene erfolgen, wodurch die motorische Kraftwirkung, sowohl hinsichtlich der Triebkraft als der Lenkbarkeit, natürlich eine wesentlich erhöhte wird.

**) Bezüglich dieser Behauptung dürften die bekannten Momentphotographieen von Anschütz in Lissa nähere Aufklärungen zu geben berufen sein.

Die Redaktion der Z. d. D. V. z. F. d. L.

thatsächlich sein ganzes Gewicht heben, denn er findet in der Luft nicht die wohlthätige, Arbeit ersparende Stütze, wie der Mensch auf der Erde. Wenn man vom Fliegen spricht, so meint man immer ein Heben über die Horizontale, und zur Berechnung des Krafterfordernisses für eine solche Leistung ist immer das gehobene Gewicht mit der Vertikaldistanz, welche beim Heben in einer Sekunde erzielt wurde, in Rechnung zu ziehen. Das Heben ist die eigentliche Flugarbeit, ist diese einmal bewerkstelligt, dann allerdings kann der gehobene Vogel durch den Druck seines gehobenen Gewichtes, ohne weitere Arbeit nach dem Gesetze der fallenden schiefen Ebenen durch die Lüfte mit einer ungemeinen Raschheit dahinziehen oder vielmehr fallen. Auch Herrn Baron v. Wechmar wird es sicher gelingen, wenn er die Führung seines Apparates dem Fallschirmgesetz entsprechend einzurichten vermag und er sich von einer Höhe frei fallen lässt, in schräger Linie nach abwärts zu fliegen, aber endlich wird er wieder auf die Erde gelangen und nicht mehr auffliegen können. Solche Kunststücke sind in der Aëronautik durchaus nicht neu, aber gänzlich werthlos, da nur ein Flugapparat, welcher sich frei vom Boden erheben kann, praktische Folgen hätte. Der Flug der Fledermaus ist dieser Flugmanier allerdings ähnlich; sie lässt sich von einer Höhe fallen, gewinnt dadurch lebendige Kraft und vermag mit Hilfe dieser und ihrer Muskelkraft zu fliegen. Fällt sie aber durch irgend einen Zufall zu Boden, so ist sie rettungslos verloren; sie kann sich durch eigene Kraft nicht wieder vom Boden erheben. Selbstverständlich erheischt auch die Vorwärtsbewegung des Menschen im Wasser ein viel grösseres Arbeitsquantum wie das Gehen, weil die Luft der Bewegung einen kleineren Widerstand als das Wasser entgegensetzt; das Heben im Wasser findet aber beinahe widerstandslos statt, da das spezifische Gewicht des Wassers und des Menschen nahezu gleich ist und nur diese geringe Gewichtsdifferenz zu heben ist. Aus dem nämlichen Grunde bedarf der Vogel mit dem spezifischen Gewichte 120 nur den sechsten Theil der Kraft wie der Mensch mit dem spezifischen Gewichte 730, um sich in die Luft zu heben; diese Kraft, um seine Masse mit dem spezifischen Gewichte 120 zu heben, besitzt der Vogel, er würde sie aber nicht besitzen, wenn er z. B. nur das spezifische Gewicht 200 besässe. Er könnte sich dann wie der Vogel Strauss nicht mehr vom Boden erheben. Wenn es sich daher beim Gehen, Schwimmen und Fliegen nur um eine Ueberwindung der Gravitationskraft handelt, so ist die jeweilige Arbeitsleistung, wenn sie mit gleichen Kräften vollführt werden soll, von dem spezifischen Gewichte mit abhängig und es geht durchaus nicht an, dem Menschen auf Grund einer philosophischen Beweisführung die Fähigkeit zum Fliegen anzudichten, ohne ihm zugleich jene naturnothwendigen Eigenschaften zu geben, welche die Vögel unterschiedlich vom Menschen und in auffälliger Weise besitzen und die ihn erst zum Fliegen befähigen. Die Aëronautik hat unserer Meinung nach eine grosse Zukunft, aber sie ist nur dadurch zu erstreben, dass man sie als ein rein mechanisches Problem auffasst und zu lösen sucht; sobald man die induktive Methode verlässt und sich auf metaphysische Spekulationen einlässt, verlässt man den realen Boden, auf welchem allein die Lösung des Flugproblems denkbar ist. Aber nun genug der Worte — wir wollen nun die thatsächlichen Beweise sehen.

Den Schluss dieser Disputation bildete meine folgende „letzte Antwort" in No. 17 der Vedette vom 28. Februar d. J.

Statt offen und ehrlich den ziffermässig erwiesenen Irrthum in dem aufgestellten Kalkül zuzugeben, zieht man es auf gegnerischer Seite vor, weitere So-

phismen ins Feld zu führen und redet von „metaphysischen“ Erörterungen, wo doch wahrlich sehr reale Beweise und Gründe geboten wurden. Dergleichen kann allerdings nicht zum gewünschten Ziele, zur Klärung der Sache im Interesse der Wissenschaft, um welches es sich hier doch handelt, führen, und ich weise natürlich eine solche Kampfweise ab; so leicht es auch wäre, die inneren Widersprüche der Behauptungen des Gegners nachzuweisen und neuerdings darzulegen, wie unter allen Umständen bei jeder Art der Fortbewegung das eigene Körpergewicht fortgeschafft werden muss und fortgeschafft wird, weil die motorische Beschaffenheit unseres Organismus so vorzüglich ist, dass sie die todte Last durch die jeweilig wirkenden verhältnissmässig grossen Bewegungsflächen in lebendige Kraft umsetzt — vermöge der hebelartigen Wirkung dieser Bewegungsorgane auf ihre Unterlage — sei es Luft, Wasser oder fester Boden. — Es wäre ja aber doch nur „dem Menschen auf Grund einer philosophischen Beweisführung die Fähigkeit zum Fliegen andichten“, und nur der Herr Gegner fasst die Sache als ein „rein mechanisches Problem“ auf! Der Gegenstand ist pro und contra besprochen worden, und der unbefangene, sich für die Sache interessirende Leser hatte wohl hinreichend Gelegenheit, im Laufe der geführten Debatten über die Möglichkeit und Ausführbarkeit des persönlichen Kunstfluges sich sein Urtheil zu bilden. Der Hinweis auf das Scheitern der bisherigen Versuche mit Flugapparaten für den persönlichen Kunstflug erweist für den konkreten Fall gar nichts, als eben nur die Thatsache, dass dieselben nicht den geringsten wissenschaftlichen Werth hatten. Welcher Art waren denn diese Versuche? Die Herstellung eines solchen Apparates an sich ist, wie ich aus eigener Erfahrung nur zu wohl weiss und stets darauf aufmerksam gemacht habe, so überaus schwierig, dass ein Einzelner die nothwendige Vervollkommnung selbst heute unmöglich allein erreichen kann; geschweige denn früher, wo die Technologie noch vollständig im Argen lag. Ueberdies wurden die Versuche nichts weniger als systematisch und gefahrlos, sondern vielmehr geradezu unvernünftig und tollkühn ausgeführt. Es ist freilich bedauerlich und gewiss nicht im Interesse der Wissenschaft und Wahrheit gelegen, einen Gegenstand von so hoher zivilisatorischer Bedeutung in derartig ungründlicher Weise zu behandeln, ihn zu negiren und a priori skeptisch aufzufassen. Der wahre wissenschaftliche Vorgang besteht doch vielmehr in vorurtheilsfreier Untersuchung, in der Förderung der Wahrheit durch rationell angestellte Versuche. Freilich, wenn man unbesehen unrichtige Werthe ins Kalkül stellt, die menschliche Arbeitsleistung für die Fortschaffung der eigenen Körperlast ganz ausser Betracht lässt, an althergebrachten Vorurtheilen unweigerlich festhält, sie zum Axiom, zum unanfechtbaren Dogma erhebt, dann bliebe, wenn Jeder so denken und handeln würde, schön alles beim Alten. Doch die Wahrheit gelangt doch endlich zu Ehren, und Aufklärung, sowie wissenschaftlicher Fortschritt lassen sich nicht hemmen, so sehr auch jene gewissen gelehrten Heren sich dagegen spreizen. Wenn mein Flugapparat, wie ich zuversichtlich hoffe und zum Schlusse noch anführen will, allmählich die Leistungsfähigkeit für den Kunstflug erlangen wird, nach Analogie der Flugfähigkeit der Fledermäuse, welche von gegnerischer Seite so geringschätzig betrachtet wird, so will ich mit diesem Erfolge recht wohl zufrieden sein, und die übrige Menschheit wird es auch sein. Die Fledermaus ist ein ganz vorzüglicher Flieger und giebt der Schwalbe in Bezug auf Schnelligkeit und Gewandtheit im Fluge gewiss nur wenig nach; sie fällt aus keinem andern Grunde aus der Luft zu Boden, als irgend ein Vogel. Dass sie sich in solchem unwillkürlichen und höchst seltenen Falle nicht

wieder von selbst erheben kann, ist freilich Thatsache. Sie ist durch die Flughäute an Händen und Füssen so zu sagen gebunden und vermag daher am Boden den zum Aufflug nöthigen Abstoss sich nicht zu geben, sondern gewöhnlich nur mit einer Zehe an einem Baumast, Nagel oder dergl. kopfabwärts hängend, lässt sie sich zum Fluge einfach abwärts fallen und ihre Flughäute dabei fallschirmartig wirken. Der Mensch aber als zukünftiger Freiflieger wird ganz willkürlich und durchaus gemächlich zu Boden gelangen, dabei auch ganz leicht sich die Hände zur etwaigen Entledigung des Apparates freimachen. Das wird mein Apparat, davon wolle man sich überzeugt halten, ganz gewiss ermöglichen. Im Uebrigen sind schon die grossen Vogelarten, die Adler und Geier, nur mit grosser Mühe im Stande, sich unmittelbar vom Erdboden zu erheben. Auch sie schwingen sich daher mit Vorliebe von hohen Gegenständen, wie Bäumen oder Felskanten in den Luftraum und lassen dabei ihre Schwingen — gerade so wie es die Fledermäuse thun — zur Einleitung des Fluges, beziehungsweise zur Gewinnung der Anfangsgeschwindigkeit, fallschirmartig wirken. Man wünscht jedoch die „thatsächlichen Beweise“ zu sehen. Diese können allerdings nur in dieser Streitsache entscheiden, und sie werden geführt werden! — —

Nach dieser gewiss objektiven Darlegung der Streitsache überlasse ich ohne jeden weiteren Kommentar die Entscheidung getrost der Beurtheilung des verehrlichen Lesers.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Meteorologische Zeitschrift, herausgegeben von der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie und der deutschen Meteorologischen Gesellschaft. Heft II, Februar 1886.

Magelsen: Ueber Wellenbildungen in der jährlichen Periode der Lufttemperatur. — Liznar: Einfluss des Mondes auf die meteorologischen Elemente nach den Beobachtungen zu Batavia. — Jesse: Die auffallenden Abenderscheinungen am Himmel im Juni und Juli 1885 — Schaper: Ueber die Bestimmung der magnetischen Inklination mittelst Erdinduktor und Telephon. — Kleinere Mittheilungen: Schuster: Staubregen am 14. Oktober 1885 in Kärnthen. — Beschoren: Aus Südbrasilien. — Mittlere Windgeschwindigkeit bei verschiedenen Werthen von Luftdruck, Temperatur, Bewölkung und Niederschlag in Dorpat. Enthält vier Tabellen, welche einer Abhandlung von Prof. K. Weihrauch, „Anemometrische Skalen für Dorpat“, entnommen sind. Diese, auf Grund 14jähriger Beobachtungen zusammengestellt, ergeben als Resultat Folgendes: 1. Der Wind ist durchschnittlich stärker bei tiefem, als bei hohem Barometerstand zu allen Jahreszeiten, besonders aber im Winter; 2. der Wind ist durchschnittlich stärker im Winter bei höherer, im Sommer bei niedrigerer Temperatur; 3. der Wind ist zu allen Jahreszeiten (im Tagesmittel) stärker bei grosser, als bei geringer Bewölkung; 4. der Wind ist zu allen Jahreszeiten durchschnittlich stärker an Tagen mit Regen als an trockenen Tagen und meistentheils um so stärker, je stärker der Regen ist. — Regenbeobachtungen von Dr. Mähly an der Goldküste. — Prohaska: Abnorme Dämmerungen vom 15. bis 17. Oktober 1885. — Prohaska: Barometersprung am 5. September 1885. — Schmidtfelder: Erdstösse, Sonnenring. — Rothe: Meteore. — Schoenrock:

Eine eigenthümliche Wolkenfärbung. — Jerrmann: Zum Orkan bei den Bermuden am 8. August 1885. — Hann: Luftdruckmittel für Tokio. — Hann: Klima von Porto Riko. — Hazen: Einfluss der Tieden auf die Gewitterhäufigkeit. — Bezold: Zur Entwicklungsgeschichte der Ansichten über den Ursprung des Föhn. Mck.

Photographische Korrespondenz. Organ d. photogr. Gesellschaft in Wien und des Vereins zur Pflege der Photographie und verwandten Künste in Frankfurt a. M.

Diese Zeitschrift bringt im März 1886 einen Aufsatz über Photogrammetrie, welcher bei der in letzter Zeit häufigen Verbindung derselben mit der Aëronautik auch für uns nicht ohne Interesse sein dürfte. In dieser Arbeit liefert Hauptmann Pizzighelli vom k. k. militär-geographischen Institut in Wien zunächst eine Uebersicht über die historische Entwicklung der Photogrammetrie. Der Autor führt darin die Idee der Verwendung der Photographie zu topographischen Aufnahmen auf den französischen Ingenieur Beautemps-Beaupré zurück, welcher dieselbe in einer 1835 für die Weltumseglung der Fregatte „Bonite“ verfassten Instruktion den Seeleuten empfahl. Später versuchte der Genie-Oberst Leblanc diese Methode militärischen Zwecken dienstbar zu machen. Letzteres sollte erst in späterer Zeit nach einer langen Reihe von Versuchen dem nachmaligen Präses der Militär-Aëronauten-Kommission, Oberst Laussedat, glücken. Die Arbeiten dieses begabten Offiziers, der zu gleicher Zeit eine Stelle als Professor der Geodäsie an der polytechnischen Hochschule zu Paris bekleidete, förderten die Photogrammetrie in dem Maasse, dass bereits im Jahre 1861 mittelst derselben ein genauer theilweiser Plan von Paris aufgenommen werden konnte. Die Akademie der Wissenschaften beschloss daraufhin auf Antrag des Fortifikations-Komités eine Fortsetzung der Versuche dieses Aufnahme-Verfahrens. Unter Zuhilfenahme der Offiziere der Garde-Genie-Division wurden dieselben darauf mit befriedigenden Resultaten fortgeführt. Die Anwendung wurde alsdann unter den gewöhnlichen Bedingungen der militärischen Mappirung auf Terrain-Aufnahmen erprobt. Dem Oberst Laussedat wurde zu diesem Zweck der mit der photographischen Theorie und Praxis wohlvertraute Hauptmann Javary beigegeben. Der Erfolg war ein detaillirter Plan der Stadt Grenoble und Umgebung, in Summa 20 □km. Zu diesem Zwecke wurden von 18 Stationen 29 photographische Aufnahmen gemacht. Der Vergleich des hieraus hergestellten Planes mit dem nach gewöhnlicher Methode aufgenommenen ergab nur geringe Differenzen. Die Entfernung der Aufnahme-Stationen von den nächsten Punkten betrug 940 m, von den entferntesten 4500 m. Laussedat hatte nur eine einfache Landschaftslinse von ca. 300 m nutzbarem Bildfeld. Diesen Uebelstand suchte Chevallier 1864 durch seine verbesserte Panorama-Kamera zu beseitigen. Die Bilder hiermit ergaben aber stets unscharfe Ränder und sind demnach für genaue Messungen nicht geeignet. In Deutschland stellte fast gleichzeitig mit Laussedat der Baurath Meydenbauer Versuche über die Verwendbarkeit der Photographie für Architektur- und Terrain-Aufnahmen an. Ohne Kenntniss von den Arbeiten der Franzosen brachte ihn die Schwierigkeit, an mittelalterlichen Bauwerken, an hohen Thürmen etc. genaue Messungen vornehmen zu können, auf diesen Gedanken. Seine ersten Resultate zeigte er auf der photographischen Ausstellung zu Berlin 1865. Sie verfehlten nicht, allgemeine Aufmerksamkeit zu erregen und wurden die Veranlassung, dass das kgl. preuss. Kriegsministerium auf Anregung des Generals v. Wasserschleben eine Probearbeit, die Kirche und Umgebung von Freiburg a. d.

Unstrut betreffend, genehmigte. Die hiernach gefertigten Karten und architektonischen Zeichnungen sollen sehr gut ausgefallen sein. Seit jener Zeit hat die Photographie durch die empfindlichen Trockenplatten sowie durch die Konstruktion von Objektiven, welche ein grosses Gesichtsfeld umfassen nnd korrekt zeichnen, so bedeutende Fortschritte gemacht, dass die Photogrammetrie für wissenschaftliche und militärische Zwecke zu den grössten Hoffnungen berechtigt. Der Verfasser glaubt, dass namentlich Alpenländer, sowie sonst schwer zugängliche, von der Kultur wenig berührte Gebiete auf diese Art leicht aufgenommen werden dürften. Mck.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la Navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve. 19. Année. No. 2, Février; No. 3, Mars; No. 4, Avril. Paris, 1886.

Das Februarheft beschäftigt sich ausschliesslich mit dem Andenken des am 19. Januar 1886 im 74. Jahre seines Lebens verstorbenen de La Landelle, eines der eifrigsten Anhänger und Prediger der Luftschifffahrt ohne Ballon. Seine Ansichten und Hoffnungen find.n sich niedergelegt in dem bekannten Buche: L'aviation ou navigation aérienue sans ballon (2e edition, Dentu, éditeur, 1864 in 8° de 366 pages). De La Landelle stammte aus einer alten bretonischen Familie, ging gleich manchem seiner Vorfahren zur See, nahm aber noch als Fähnrich seinen Abschied und wurde nun Schriftsteller, ja Dichter. Aber so rühmlich seine Leistungen auf diesem Gebiete sein mögen, so muss man doch zweifeln, ob nicht gerade seine dichterisch beanlagte Seele der Luftschifffahrt eher schädlich als förderlich werden musste. Seine lebhafte Einbildungskraft liess ihn Schwierigkeiten übersehen und nahm blosse Entwürfe für Wirklichkeit. Welcher ruhig denkende Leser wird nicht das oben genannte Buch nach der 366. Seite voll Enttäuschung und Missbehagen aus der Hand gelegt haben. De La Landelle war zu demselben durch Versuche seines Freundes Ponton d'Amécourt über Schraubenflieger begeistert worden, hat aber die Tragweite dieser Versuche allem Anscheine nach weit überschätzt. Jedenfalls besitzen seine Ansichten über die Herstellung von Flugwerkzeugen auch in Frankreich keine Anhänger mehr. Diese Wendung musste um so stärker eintreten, als die Herstellung von Luftballons mit Eigenbewegung für den Augenblick fast alle anderen Pläne in den Hintergrund gedrängt hat. Immerhin wird ihm in der Geschichte der Luftschifffahrtsbestrebungen wegen der Eigenartigkeit, Unentwegtheit und Reinheit seiner Bestrebungen ein ehrendes Andenken bewahrt bleiben. Bei Gelegenheit der Besprechung der Leistungen des Verstorbenen giebt Hureau de Villeneuve einen recht hübschen Abriss der Versuche und Bestrebungen, die Schraube in irgend einer Form der Luftschifffahrt dienstbar zu machen. Wir verweisen den Leser, der einen Ueberblick über dieses Gebiet gewinnen will, bestens auf diesen Aufsatz (p. 31—36).

Das Märzheft derselben Zeitschrift bringt einen Nachruf für den Professor der Physik, Jules Jamin, ständigen Sekretär der Akademie der Wissenschaften, welcher am 12. Februar d. J. verstorben ist. Sein Leben wie seine zahlreichen Schriften gehören der Physik. Er war erst kurze Zeit vorher, im Jahre 1884, der französischen Luftschifffahrtsgesellschaft beigetreten, war mit der Sache selbst aber offenbar schon lange vertraut, wie z. B. sein Aufsatz in der Revue des deux mondes (1. Januar 1885) beweist. Sein Tod ist ein grosser Verlust.

Das Aprilheft enthält zunächst einen Aufsatz von Paul Valer: „Note sur la théorie des aérostats", der ähnlichen Gedanken nachgeht, wie die bekannte Arbeit des Herrn Josef Popper: „Ueber die Quelle und den Betrag der durch Luftballons geleisteten Arbeit" (LXXI. Band der Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wissensch., II. Abth., April-Heft, Jahrgang 1875, Wien), sich übrigens in bescheidenen Grenzen hält. Sodann einen kurzen Auszug einer auch unsern Lesern bekannten österreichischen Schrift durch Oskar Frion, über die dieser bemerkt: „Obgleich diese Schrift von einem unterrichteten Manne ausgeht, so würde sie doch sicher nicht verdienen, im Aéronaute übersetzt und veröffentlicht zu werden, wenn sie nicht unsern Lesern einen Einblick gewährte in das, was man gegenwärtig in Oesterreich über den Kunstflug denkt." Hiermit thut er den Herren in Oesterreich doch wohl Unrecht, so sehr man seine Ansicht über jene Schrift sonst auch theilen mag. Gl.

The Mercantile Age and Textile Times. London, Glasgow and Manchester, 9. July 1885.

Das Blatt empfiehlt ein Rezept zum Auflösen von Kautschuk, welches wir in Folgendem wiedergeben: Roher Kautschuk wird ungefähr eine Stunde in Wasser gekocht, um ihn von fettigen Bestandtheilen zu befreien. Darauf wird er mittelst eines nass gehaltenen, kreisförmigen Messers (circular knife) zerschnitten und in einem warmen Raume getrocknet; endlich löst man ihn in einer Mischung von Benzol oder Terpentin, die von Fettbestandtheilen frei sind. Folgendes Verhältniss empfiehlt sich als gutes:

Benzol . . . . 50 Theile.
Terpentin-Essenz . . . . 70 „
Kautschuk in kleinen Stücken . . 26 „

Die Lösung muss gut durchrührt werden, um sie homogen zu machen.

In demselben Blatte ist über eine Erfindung des amerikanischen Kapitän Peterson Bericht erstattet. Derselbe hat die Idee eines Ballonzuges, d. h. er will wie bei der Eisenbahn die Wagen, so mehrere cylinderförmige Ballons mit einander verbinden. Nur der vordere und hintere sollen spitz zulaufen, um den Luftwiderstand zu verringern. Kapitän Peterson glaubt auf diese Art die Schwierigkeiten, einen Ballon von grosser Tragfähigkeit und kleinem Querschnitt als einen Körper herzustellen, umgehen zu können. Mck.

Kleinere Mittheilungen.

— **Eine Luftschifferin.** Mit diesem Schlagworte brachten die früher in New-York erschienenen, inzwischen aber eingegangenen „Wissenschaftlichen Wochenblätter" in ihrem Jahrgang 1881 folgende hübsche Notiz: „Jedermann kennt die Geschicklichkeit der Spinne im Weben ihrer Netze; auch haben wir viele wohlverbürgte Beweise ihrer Schlauheit in schwierigen Fällen; doch die folgende Mittheilung eines Freundes und grossen Kenners der Thierwelt, des Herrn Seth Green, ist ein wohl kaum noch bekannter, schlagender Beweis des feinen Instinktes der Spinne. Setzt man eine Spinne auf eine theilweise unter Wasser gesetzte Stange, so spinnt sie, um zu entweichen, zuerst ein Gewebe von einigen Zoll Länge und hängt sich an ein Ende desselben, während sie das andere im Winde flattern lässt, damit es irgendwo anhafte. Sollte ihr dies nicht bald glücken, so spinnt sie noch

weitere Gewebe, die dann in anderer Richtung flattern, bis sie alle Windrichtungen versucht hat. Ist dies nicht von Erfolg, so erklimmt sie die Spitze der Stange und baut sich einen Ballon und arbeitet so lange an demselben, bis sie ihn stark genug findet; dann beisst sie das „Bindeseil“ ab und entschwebt anmuthig zu freundlicheren Regionen.“

— **Eastman's Negativpapier und Rollkassette.** Eastman und Walker in Amerika haben endlich das in photographischen Kreisen schon lange Zeit angestrebte Ziel, Negativpapier herzustellen, in vollkommen befriedigender Weise gelöst. Die lichtempfindliche Emulsion wird durch ein besonderes Verfahren vollständig gleichmässig auf das Papier aufgetragen. Das Papiernegativ wird nach dem Fixiren des hervorgerufenen Bildes vermittelst Castor-Oels durchsichtig gemacht und soll dann Kopien von gleicher Güte wie die von Glasnegativen liefern. Man erhält das Negativpapier in Form von Folien oder in Rollen zu 24 Expositionen. Zum glatten Aufspannen der Folien dienen Metallrahmen mit Holzunterlage, welche sehr leicht in eine gewöhnliche Kassette eingelassen werden können. Für die Rollenform haben die Erfinder eine besondere Rollkassette konstruirt. Diese besteht der Hauptsache nach aus einem lichtdichten Kasten, in welchem die eine Seite die Rolle mit dem nicht belichteten Papier aufnimmt, während auf der gegenüberliegenden das belichtete aufgewickelt wird. Man ist also im Stande, vermittelst dieser Kassette 24 Aufnahmen hintereinander machen zu können. Für die Ballonphotographie ist diese Erfindung sicherlich von Bedeutung, Die Zahl der Aufnahmen wird sich durch eine Verlängerung des auf der Rolle aufgewickelten Papiers noch vermehren lassen. Die Gefahr des Zerbrechens, welcher Glasplatten bei der Landung stets ausgesetzt sind, fällt bei dem Papier vollständig fort. Ausserdem ist es aber auch wohlfeiler, als Glasnegative. Mck.

— **Die experimentelle Darstellung der verschiedenartigen Ballonfesselungen** ist in sehr einfacher Weise ausführbar und liefert dabei eine anschauliche Vorstellung davon, welcher Gondelaufhängung und Fesselung der Vorzug zu geben ist. Man fertige sich zunächst die verschiedenen Aufhängungen in der einfachen Weise, dass man einen grösseren Draht- oder Weidenreif als den horizontalen Kreisschnitt durch den Ballon annimmt, dort, wo die Auslaufleinen des Netzes den Ballonkörper tangiren. In einiger Entfernung verbindet man dann mit diesem einen kleineren, den Tragering darstellenden Reifen vermittelst mehrerer, die Auslaufleinen bedeutenden Bindfäden. Letztere müssen in ihren Längen gut abgepasst werden. Schliesslich wird die Aufhängung durch einen den Korb vertretenden am Tragering angeknüpften, annähernd quadratischen Klotz vervollständigt. Man kann sich auf diese Art in kurzer Zeit die mannigfaltigsten Aufhängungen schaffen und dieselben weiterhin verschiedentlich fesseln. Um nun Letztere nebeneinander zu probiren, bringe man an der Zimmerdecke zwei feste Rollen in so grossem Abstande an, dass die Anzahl der Versuchsobjekte dazwischen genügenden Platz zur Aufhängung findet. Die Apparate werden dann zunächst an einer Stange lose hängend und sämmtlich gleich tief befestigt. Dann werden die herabhängenden Enden der Kabelbindfäden in gleichen Längen und Abständen an einer zweiten Stange befestigt. Die Apparate befinden sich also nun zwischen diesen beiden Stangen. Man braucht dann nur die erstere an zwei Bindfäden über die Rollen an der Decke in die Höhe zu ziehen und die genügend langen Enden dieser Fäden mit der unteren Stange wieder zu verbinden, um den Apparat zum Demonstriren fertig zu machen. Lässt man die untere Stange

los, so werden die Aufhängungen, ihrer Schwere folgend, senkrecht herabrollen. Zieht man hingegen an der unteren und bringt diese beim Zuge etwas in die Höhe, so wird ein Heraustreten der Aufhängungen aus ihrer vertikalen Ruhelage und gleichzeitig ein geringes Sinken derselben die Folge sein. Letzteres entspricht annähernd genau den Vergängen, welche ein Ballon captif in Wirklichkeit bietet, mit dem Unterschiede, dass beim Apparate umgekehrt der Ballon stillhängt und der Zug am Kabel die Bewegung hervorruft. Mck.

Protokoll
der am 13. März 1886 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Herr Dr. Müllenhoff, Schriftführer: Herr Dr. Kronberg.

Tagesordnung: 1. Vortrag des Herrn Major Buchholtz: Ueber die vertikalen Luftbewegungen in der Atmosphäre und ihre Bedeutung für die Luftschifffahrt; 2. Bericht der technischen Kommission über eingeschickte Projekte; 3. Mittheilungen des Herrn Priess über Ballonfahrten; 4. Beschlussfassung über die in der Januarsitzung gestellten Anträge; 5. Geschäftliche Mittheilungen.

Zur **Mitgliedschaft** werden auf ihren Antrag vom Vereinsvorstande vorgeschlagen die Herren: Otto Lilienthal und Gustav Lilienthal, Ingenieure und Fabrikanten von Motoren in Berlin; Fuchs, Reallehrer für Naturwissenschaften an der Kreisrealschule und dem Max-Joseph-Stifte in München; Freiherr von Wechmar in Wien und Krupp in Wien; unser früheres Mitglied Herr Ziem, Chemiker, jetzt in Kairo in Aegypten, meldet sich zum Wiedereintritt an.

Herr Buchholtz schildert in seinem **Vortrage**, unter Demonstration an einer von ihm entworfenen Tabelle, die Beobachtungen, welche bei der Fahrt des Militair-Ballons Barbara am 10. Dezember v. J. von ihm gemacht sind. Eine äusserst bemerkenswerthe Erscheinung bildete das plötzliche Steigen des Ballons beim Uebergang von den Schneefeldern auf die Seenplatte und das plötzliche Sinken beim Verlassen derselben, wobei man ganz deutlich den aufsteigenden Luftstrom über der Seenplatte zu bemerken glaubte. Redner berührt weiter u. A. die vertikalen Luftströmungen, welche sich regelmässig über Berlin und seiner westlichen Umgebung zeigen, sowie den Umstand, dass der Ballon den Ausbiegungen eines Flusslaufes zu folgen pflegt, betont es als Haupterforderniss, den Ballon, um an Gas und Ballast zu sparen, möglichst stets in gleicher Höhe zu erhalten und fordert, dass die Ballonfahrten mehr als bisher zu wissenschaftlichen Zwecken ausgebeutet werden sollten, zu welchem Zwecke etwa von Seiten des Vereins ein besonderes Schema für die meteorologischen Beobachtungen zu allgemeiner Benutzung aufzustellen sein würde, um ein ähnliches, mannigfaltiges und sicheres Beobachtungsmaterial zu erhalten, wie es von französischen Luftschiffern bereits geliefert ist, empfiehlt auch die Anwendung selbstregistrirender Thermometer, Barometer u. s. w. in Aussicht zu nehmen. An den Vorschlag schliesst sich eine Diskussion, an welcher sich die Herren Müllenhoff, Vettin und Buchholtz betheiligen.

Beim **Bericht der technischen Kommission** bespricht Herr Gerlach das Projekt eines rein dynamischen Luftschiffs, welches von Herrn Krupp in Wien eingesandt ist. Das durch drei Blatt Zeichnungen veranschaulichte Luftschiff besitzt

zwei grosse Flügel und vorn hinter einander zwei durch einen Motor von der Gondel aus getriebene Propellerschrauben. Weiter bespricht Herr Dr. Kronberg zwei grössere Abhandlungen von Herrn Arthur Baermann in Thorn und Herrn Vermessungsrevisor Keiper in Cassel. Herr Baermann projektirt einen grossen linsenförmigen versteiften Ballon mit einer Reihe Sitze an der Kielseite und drehbaren Segeln an allen Seiten. Herr Keiper versucht in seiner längeren Abhandlung: „Zur Flugfrage“ in vielfach anregender Weise eine allgemeine Ableitung der Ortsbewegungen der Thiere aus der Kreisbewegung, wobei u. A. beispielsweise die Flugbewegungen als halbseitige Kreisbewegungen aufgefasst und folgende Hauptarten der Bewegung der Land- und Wasserthiere unterschieden werden: 1. die wälzende und darunter a) die kriechende, b) die gleitende, c) die schwimmende Bewegung; 2. die Sprung-Bewegung und 3. die Gang-Bewegung. Auch betont Keiper die Vorzüge der halbseitig rotirenden Flächen vor der Propeller-Schraube. Demnächst kommt Herr Priess auf die Broschüre des Freiherrn von Wechmar in Wien zu sprechen, über welche bereits in der vorhergehenden Sitzung kurz referirt war. Er hält einen dynamischen Flug beim Menschen analog dem der Fledermaus, wie ihn Wechmar vorschlägt, bei entsprechender Uebung wohl für möglich, da die Kraft des Menschen vermuthlich genüge, nur müsse der Flug nicht vom Erdboden, sondern von einem erhöhten Gegenstande aus begonnen werden. Bei der Diskussion über diesen Punkt weisst Herr Regely auf den missglückten Versuch des Uhrmachers Degen mit einem ähnlichen Apparate hin, während die Herren Schäffer, Buchholtz und Müllenhoff sich über den Beginn des Auffluges bei Möven und anderen Vögeln äussern. Nach Müllenhoff machen die Möven vor dem Auffliegen stets erst einen Sprung gegen den Wind; die Mauerschwalben können sich, nach einer von ihm zufällig gemachten Beobachtung, von der Erde durchaus nicht erheben, fliegen auch nicht, wenn man sie aus geringer Höhe fallen lässt, wohl aber, wenn sie in die Luft geworfen werden; auch die Trappen müssen erst einen Anlauf nehmen. Herr Buchholtz ferner bezweifelt zwar die Möglichkeit des Fluges für den Menschen bei andauernder Vorübung nicht, hält aber die darauf verwendete Mühe für viel zu gross; endlich weisst noch Herr Müllenhoff auf die Angriffe hin, welchen Wechmar in der „Vedette“ ausgesetzt ist. Letzterer führt gegenüber dem Einwand, dass die menschliche Kraft, nach Pferdekräften gemessen, nicht ausreicht, die Möglichkeit an, die Kraft des Menschen zeitweise zu steigern, während bei Maschinen die Maximalleistung nicht überschritten werden könne, ähnlich wie Pferdebahnen den elektrischen Strassenbahnen darin überlegen sind, dass sie unregelmässig sich bietende Hindernisse, wie Steigungen der Strasse, mit der zeitweise gesteigerten Betriebskraft überwinden können.

Herr Priess geht bei seinen **Betrachtungen über Ballonfahrten** von den in letzter Zeit mehrfach aufgetauchten Gerüchten aus, nach welchen eine schärfere behördliche Ueberwachung der Ballonfahrten zur Verhütung von Unglücksfällen geplant werden soll. Redner selbst hält es für zweckmässig, die öffentlichen Fahrten ganz zu verbieten und nur private Fahrten zu gestatten, um der Luftschifffahrt den niederen Charakter einer öffentlichen Schaustellung zu nehmen und dadurch die Gebildeten der Sache zugängiger zu machen. Der Erlass sehr strenger Bestimmungen über die Anforderungen zur Ertheilung der Erlaubniss zum Fahren scheine sehr bedenklich, zumal die angenommenen grossen Gefahren in Wirklichkeit nicht existirten. In Bezug auf die dem Verein noch immer so zahlreich zugehenden, völlig verfehlten Projekte betont Herr Priess, dass man derartige Projektenmacher immer wieder auf

die neuesten Fortschritte der Franzosen hinweisen solle, um die Erkenntniss zu verbreiten, dass in dieser Richtung der wahre Fortschritt zu der Luftschifffahrt zu suchen ist. Ueber mehrere der berührten Punkte entspinnt sich eine zum Theil sehr lebhafte Diskussion, an welcher sich die Herren Buchholtz, Regely, Kronberg, v. Hagen und Moedebeck betheiligen. Die Ansichten gehen namentlich über die Frage weit auseinander, ob eine Verschärfung der behördlichen Sicherheitskontrolle thatsächlich die fernere Entwickelung der Luftschifffahrt hemmen oder fördern werde. Herr Buchholtz leitet seine Stellung zu der Frage namentlich von dem Gesichtspunkte her, dass die Sicherheitsbehörden das Recht und die Pflicht besitzen, bei gefahrvollen Unternehmungen Unglücksfällen nach Möglichkeit vorzubeugen, Herr Dr. Kronberg betont, dass bei strenger Ausführung einer schärferen Sicherheitskontrolle die Gefahr vorliege, dass sich die Zahl der öffentlichen Ballonfahrten zum Schaden der ganzen Sache zu sehr vermindere.

Von den aus der Januarsitzung restirenden, zur Beschlussfassung stehenden **Anträgen** wird der einer Spezialkommission überwiesene Antrag des Herrn Dr. Jeserich (vgl. S. 63 u. 64 d. Z.) in folgender, von Herrn Priess vorgeschlagenen, modifizirten Fassung nach kurzer Diskussion angenommen:

„Es ist in die Statuten des Vereins die Bestimmung aufzunehmen: „Die Bezeichnung „Mitglied des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt“ darf zu Geschäfts- und Reklamezwecken nicht gebraucht werden.“

Ein weiter gehender Antrag, wegen Benutzung der Bezeichnung als Mitglied in jedem Falle die Erlaubniss des Vorstandes einholen zu müssen, wird wieder zurückgezogen.

Der von Herrn Dr. Müllenhoff gestellte, nunmehr zur Beschlussfassung vorgelegte Antrag, Herrn Dr. Angerstein wegen seiner vielfachen Verdienste um die Begründung und Förderung des Vereins zum Ehrenmitgliede zu ernennen, wird mit einstimmiger lebhafter Zustimmung angenommen. Der bisher ohne Präcedenz im Vereine vorkommende Fall, dass ein ordentliches einheimisches Mitglied gleichzeitig durch die Ehrenmitgliedschaft ausgezeichnet wird, welcher Fall in den Statuten nicht vorgesehen war und daher eine besondere Erwägung von Seiten der damit betrauten technischen Kommission erforderte, fand seine Erledigung durch die auch vom Vorstande getheilte Interpretation, dass dem derartigen Mitgliede unter Fortfall der Lasten sämmtliche Rechte der Mitglieder verbleiben.

Herr Dr. Müllenhoff theilt ferner mit, dass sich Herr Dr. Angerstein bereit erklärt hat, die Redaktion der Zeitschrift wie bisher fortzuführen.

Für die Benutzung der inzwischen in die Wohnung des Freiherrn vom Hagen (Steinmetzstr. 30) übergeführten Vereins-Bibliothek wird behufs Neuordnung eine 14tägige Pause angeordnet.

Zum Ersatz des, durch seinen Austritt aus dem Verein, auch aus der Kommission zur Kassenrevision ausgeschiedenen Herrn Major Diener werden Herr Lieutenant Gronen und Herr Priess gewählt.

Vor Schluss der Sitzung werden die zu Beginn derselben zu Mitgliedern vorgeschlagenen oben genannten Herren: Otto und Gustav Lilienthal, Fuchs, v. Wechmar, Krupp und Ziem als gewählt proklamirt.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Gneisenau-Strasse 28.

Verlag: **W. H. Kühl**, Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

V. Jahrgang. **1886.** **Heft V.**

Ein Experiment in Bezug auf die Gravitation.

Die geehrten Leser dieser Zeitschrift dürften sich vielleicht noch eines Aufsatzes in Heft IV 1885 erinnern, welcher unter dem Titel „Ueber ein mechanisches Prinzip der Gravitation“ den bezüglichen Naturvorgang als ein mechanisches Resultat der kombinirten Erdbewegungen darzustellen versucht. Die spezielle Begründung für diese Auffassung des Gegenstandes ergab sich aus der auf spekulativem Wege gewonnenen Erkenntniss, dass ein durch äussere Umstände zur Rotation gebrachter und sich gleichzeitig mit grösserer Geschwindigkeit, als die der Letzteren, in bestimmter Richtung fortbewegender Körper nicht mehr centrifugirend, sondern direkt im gegentheiligen Sinne auf seine einzelnen Theile einwirken müsse. Obwohl ich mir nun durch eine graphische Darstellung des Vorganges unter Anwendung des Kräfteparallelogrammes eine fassliche Vorstellung verschaffen konnte, wie das Resultat zu Stande kommt, so musste doch immerhin die Frage offen bleiben, ob beim wirklichen Experiment sich die Dinge in Folge ungeahnter Faktoren nicht dennoch anders gestalten und damit begründeten Zweifeln an der Richtigkeit des Sachverhaltes Nahrung geben könnten.

Der von mir seinerzeit vorgeschlagene Versuch erschien mir bei späterer Ueberlegung neben aller Umständlichkeit und Kostspieligkeit der Durchführung nicht die volle Garantie für die erforderliche Klarstellung des Gegenstandes zu bieten, und so war ich seither eifrig bemüht, Einfacheres und Zweckentsprechenderes hierfür zu ersinnen.

Wie sich's nun bei solchen Anlässen gar häufig herausstellt, dass das Richtige meistens viel näher liegt, als wo man glaubt, es suchen zu müssen, so ist es auch hier ergangen:

Eine einfache Luftschraube mit einem Paar Gewichten daran genügten vollständig, einen mechanischen Vorgang zur Darstellung zu bringen, welcher für den ersten Augenblick vielleicht als seltsam erscheinen dürfte. Der Sachverhalt ergiebt sich in folgender Weise:

An eine gewöhnliche, zweiflügelige Schraube, deren Flächen beiläufig auf eine Steigung von 45° eingestellt waren, wurden mittelst Schnüren zwei gleiche Gewichte in gleichmässigen Abständen vom Centrum, jedoch noch innerhalb der äusseren Schraubenperipherie aufgehängt. Diese Anordnung hat den Zweck, dass, wenn man das ganze System einer freien Fallbewegung in der Luft überlässt, die beiden hängenden Gewichte sich in einer Schraubenlinie bewegen müssen, deren Steigung bei Weitem über 45° beträgt, so dass also die vertikale Bewegung der Gewichte unter allen Umständen eine grössere Geschwindigkeit, als die horizontale Bewegung derselben, in Folge des Schraubenantriebes besitzt.

Lässt man nun einen solchen Apparat an Ort und Stelle rotiren, so zeigen die hängenden Gewichte selbstverständlich bei jeder Geschwindigkeit eine centrifugale Tendenz, d. h. die Gewichte werden nach auswärts getrieben. Als ich denselben jedoch von der Höhe eines vierten Stockwerkes frei herunterfallen liess, wobei die Gewichte in Folge des Luftwiderstandes an den Schraubenflügeln rotiren mussten, da zeigte sich sofort die umgekehrte Tendenz: die Gewichte wurden nicht nach aussen, sondern gegen die Rotationsaxe getrieben und kamen mit ihren Schnüren vollständig an einander gedreht am Boden an.

Obgleich der Apparat durch die Heftigkeit des Aufschlages am Boden meistens arg zugerichtet wurde, so habe ich das Experiment doch noch öfter wiederholt und im Wesentlichen stets das gleiche Resultat erzielt.

Da nun im vorliegenden Falle die Gewichte wegen ihrer Schwere bei geringem Volumen beitragen mussten, die Fallgeschwindigkeit zu erhöhen, so habe ich das Experiment auch mit umgekehrten Verhältnissen versucht und an die aufsteigenden Enden der beiden Schraubenflügel leichte Baumwollflocken mittelst dünner Fäden geknüpft, welche somit der schnelleren Fallbewegung des Apparates einen gewissen Widerstand bieten mussten. Wie sich leicht voraussehen liess, trat auch hier das nämliche Resultat ein: bei der stärkeren Fallbewegung gravitirten die Flocken gegen die Rotationsaxe, so dass ihre Fäden ebenfalls vielfach um einander gewunden am Boden anlangten.

Diese Versuche, die Jedermann ohne grosse Umstände selbst anstellen kann, sind in sofern besonders instruktiv, als sie leicht erkennen lassen, wie die centripedale Tendenz in Folge der stark gestreckten Schraubenlinie, welche die Resultirende der zweifachen Bewegung der betreffenden Körper

bildet, sich nothwendigerweise entwickeln muss. Eines aber leuchtet mit zweifelloser Gewissheit aus den hier erzielten Erfahrungen hervor, dass eine Rotationsbewegung nicht unter allen Umständen bestimmte centrifugale Kräfte hervorrufen muss, ausser in jenen Fällen, wo uns die Rotation als einzige Bewegung gegenübersteht.

Wir wissen nun recht gut, dass unsere Erde nicht blos rotirt, und wenn ihre Gesammtbewegung sich auch etwas komplicirter gestaltet, als dies bei dem besprochenen Experimente der Fall ist, so wird doch zum Mindesten eine solche Verwandtschaft in den beiderseitigen Bewegungsverhältnissen zu konstatiren sein, welche mit ziemlicher Sicherheit auf eine Wirkung schliessen lässt, wie wir sie im Wesen der Gravitation erkennen. Wir spüren nichts von der mehrfachen Bewegung, in welcher sich die Oberfläche unserer Erde befindet, weil wir selber und Alles neben und um uns in der gleichen Bewegung inbegriffen sind und sich demzufolge kein Anlass zu direkter sinnlicher Wahrnehmung darbietet; wir erkennen jedoch die Resultirende jener Bewegungen, wie sie in Folge der verschiedenen Dichtheit der uns umgebenden Körper fortwährend Anlass zu sinnlich wahrnehmbaren Veränderungen an und neben uns giebt und uns in jedem dieser Vorgänge ihre bestimmte Richtung anzeigt, so dass wir uns veranlasst sehen, dieses unbekannte Hinstreben aller Körper nach jener Richtung als den Ausfluss einer besonderen Kraft zu betrachten.

Bei diesem Gesichtspunkte der Dinge angelangt, verlohnt sich's wohl der Mühe, überhaupt auf das Wesen und die Bedeutung unseres Kraftbegriffes näher einzugehen.

Versetzen wir uns zunächst einmal um einige Jahrhunderte zurück, in jene Zeiten, wo die Erde allgemein als ein feststehender Körper, ja als der Mittelpunkt betrachtet wurde, um welchen die übrigen Himmelskörper ihren sphärischen Reigen aufführen mussten. Gegen diese Annahme liess sich im Grunde genommen auch gar nichts einwenden, denn für unsere direkte sinnliche Wahrnehmung vollzieht sich auch heute noch das nämliche Schauspiel wie damals: wir sehen heute noch die Sonne, den Mond auf- oder unter-„gehen“, obwohl wir inzwischen einen bedeutend veränderten Begriff von jenen Bewegungen bekommen haben.

Nachdem man sich also für überzeugt hielt, dass sich die Erde im Ruhezustande befinde, und überdies in allen zeitweiligen Bewegungen auf derselben zu erkennen war, dass die Letzteren der Gleichgewichtslage oder, was hier das Gleiche bedeutet, dem Ruhezustande zustrebten, so musste man selbstverständlich voraussetzen, dass dieser Zustand der natürliche oder normale sei. Es musste sich demnach das Bedürfniss nach einem Grunde ergeben, warum trotzdem nicht Alles in der Welt in seiner natürlichen Ruhelage verharrte, nach einer Ursache, welche das Gegentheil der Ruhe, nämlich die Bewegung, veranlasste. Zur Bezeichnung dieses unfassbaren Etwas hat sich der Kraftbegriff eingestellt, im Gegensatze zu dem vermeintlichen Ruhezustande der

Materie. Dieses undefinirbare Medium, Kraft genannt, galt fortan als die primäre Ursache jeglicher Bewegung und sonach im vollen Sinne des Wortes als der Urquell alles Werdens und Vergehens. In den Göttergestalten des Alterthums erkennen wir das Bestreben, den Kraftbegriff in den Bereich sinnlicher Vorstellungen zu ziehen; späteren Jahrhunderten blieb es vorbehalten, denselben allgemach jeder sinnlichen Vorstellung zu entkleiden und sein Wesen ausschliesslich auf das Objektivum einer mathematischen Abstraktion zurückzuführen. In dieser, wenn auch seither noch mannigfach modifizirten Bedeutung ist er endlich in unsere moderne Anschauungsweise hinübergegangen und wenn wir heute von Naturkräften sprechen, welche unter den verschiedensten Formen unser Interesse in Anspruch nehmen, so gilt unsere Aufmerksamkeit zunächst nur dem Grade ihrer Wirksamkeit, welche wir unter bestimmten Voraussetzungen von ihnen erwarten können. Ist es nun der scharfsinnigen Beobachtung längst gelungen, in dem verschiedenartigen Walten der Naturkräfte eine gewisse Gesetzmässigkeit zu erkennen, so gilt diese Letztere doch vorwiegend nur den äusseren Bedingungen, durch welche das Maass ihrer Wirkungen beeinflusst wird; die Frage nach dem mechanischen Prinzip, das uns möglicherweise die Ursache der Wirkung enthüllen, den Zusammenhang mit anderen bekannten mechanischen Erscheinungsformen vermitteln könnte, kommt hierbei gar nicht in Betracht. Ich glaube daher kaum fehlzugehen, wenn ich das Resultat des eingangs beschriebenen Experimentes berufen erachte, eine wesentliche Lücke in dem mechanischen Zusammenhange dieser Dinge auszufüllen, zeigt sich hierdurch doch die Möglichkeit, uns der gemeinsamen Abstammung aller Naturkräfte wiederum um einige Schritte nähern zu können.

Aber auch noch eine weitere Frage von ganz besonderer Wichtigkeit ist es, die sich hier unwillkürlich in den Vordergrund drängt. Wir haben aus den vorhergehenden Betrachtungen gesehen, dass unsere mechanische Anschauungsweise auf einem gewissen Dualismus beruht, der auf die Gegensätzlichkeit zweier Faktoren begründet ist. Wir nehmen den Ruhezustand der Materie zum Ausgangspunkte und betrachten deren gleichzeitige Bewegung als ein neu hinzutretendes Objekt. Nun lässt jedoch die gegenwärtige Erkenntniss des grossen Weltgetriebes wohl kaum den Gedanken aufkommen, dass sich irgendwo ein materieller Punkt in demselben befinde, welcher der allgemeinen Bewegung gegenüber in absoluter Ruhe verharre. Wenn wir daher nach Allem, was uns in dieser Richtung bekannt ist, die Frage stellen, ob der Ruhezustand oder der Bewegungszustand der Materie als der normale oder dauernde zu betrachten sei, so kann die Antwort darauf in keinem Falle zweideutig und gegenwärtig auch nur im Sinne der Bewegung ausfallen, weil gar kein Grund vorhanden wäre, warum wir uns hier gegen unsere vielseitigen Erfahrungen entscheiden sollten. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheint uns dann die Kraft nur als eine Eigenschaft der bewegten Materie, in erster Linie abhängig von deren jeweiliger Massen- und Bewegungsgrösse

und in zweiter Linie von den zwingenden Umständen, unter denen sich die Bewegung vollzieht.

Nachdem die Erforschung dieser Bedingungen für uns kein unübersteigliches Hinderniss bildet, so ist zum Mindesten die Möglichkeit nahegelegt, den Bestand irgend einer bisher als unerklärlich gehaltenen Naturkraft auf ihre maassgeblichen mechanischen Elemente zu zerlegen und den Nachweis ihres ursächlichen Zusammenhanges mit solchen allgemeinen Erscheinungsformen zu erbringen, deren gesetzmässiges Verhalten unserer Erkenntniss bereits zugänglicher geworden ist.

Wir sehen hieraus, dass wir in dieser Richtung noch keineswegs zu befürchten haben, allzubald an den Grenzen unserer Naturerkenntniss anzulangen, vorausgesetzt, dass wir uns, frei von dogmatischen Anwandlungen, durch a priori gebildete Begriffe nicht selber solche Grenzen ziehen.

So lange wir in der Kraft nichts Anderes sehen, als eine aus dem Bewegungszustande der Materie hervorgehende Wirkung, so lange haben wir keine Ursache, an der Ergründung ihrer mannigfachen Erscheinungsformen zu zweifeln. Halten wir jedoch fest an dem Begriffe ihrer objektiven Selbstständigkeit, dann vermag sie uns wohl kaum etwas Anderes zu bieten, als den plausibel formulirten Abschluss in der Reihenfolge unserer bezüglichen Vorstellungen: ein dunkles Bild auf dunklem Hintergrunde.

Wien, den 24. Mai 1886. Wilhelm Bosse, VII. Burggasse 2.

Neue Gesichtspunkte für die Lösung des Problems der Luftschifffahrt.

Von **Julius Beeger.**

Es herrscht ein eigenthümlicher, in der Natur der Sache selbst nicht begründeter Unstern über der Lösung des Problems der Luftschifffahrt. Während unsere Gelehrten Geheimnisse der Natur zu enträthseln verstanden, die der menschlichen Entdeckung vollständig entrückt zu sein schienen (es braucht nur an die Telegraphie, Telephonie, Photographie, an die astronomischen Entdeckungen mit Hilfe der Spektralanalyse erinnert zu werden), findet ein Räthsel keine Lösung, obwohl dieselbe offen vor aller Augen zu liegen scheint, bei der es sich also eigentlich im strengen Sinne des Wortes kaum um eine Erfindung, sondern nur mehr um eine Konstruktion handelt, die Kunst des Fliegens.

Es handelt sich hier nicht um ein phantastisches Problem, etwa wie um das des Perpetuum mobile, sondern um eine Kunst, die vielfach ausgeübt wird. Sehen wir doch allenthalben um uns her Geschöpfe fliegen; bald die Hälfte der höheren Thierwelt besitzt die Fähigkeit dazu und zwar neben den Vögeln und der Mehrzahl der Insekten auch einige Säugethiere und Fische, und neben dem leichten Falter und der schnellen Schwalbe auch die Gans, das Huhn, der Maikäfer, Thiere also, die in Folge ihres Körperbaues zum Fliegen keineswegs besonders beanlagt zu sein scheinen. Mag es sein, dass

die zahme Gans kaum eine Viertelminute zu fliegen im Stande ist, — aber auch das vermögen wir nicht nachzuahmen. Hätten wir es nur erst soweit gebracht, dann wäre der erste Schritt gethan, um dereinst auch die Schwalbe zu überflügeln.

Die ältesten Versuche auf diesem Gebiete, welche sich lediglich darauf beschränkten, den Flug des Vogels mit geringen Modifikationen nachzuahmen, Versuche, die auch noch in unserem Jahrhundert fortgesetzt worden sind, konnten aus hier nicht weiter zu erörternden Gründen zu keinem Resultat führen. Und wenn noch vor wenigen Jahren ein berühmter Universitätslehrer zu beweisen sich bemühte, dass der Mensch wegen seines Körperbaues nie dahin gelangen werde, das Fliegen zu lernen, so erscheint ein solcher Nachweis nahezu überflüssig. Die Erfahrung hatte bereits ausreichend dargethan, dass das Fliegen mit Hilfe eines Flügelwerkes unausführbar sei.

Ueberall, wo wir auf maschinellem Wege ein Aequivalent für eine Naturthätigkeit zu schaffen suchen, beschränken wir uns nicht auf die blosse Nachahmung, sondern wir idealisiren jene. Der Wagen ist eine Nachahmung des laufenden Quadrupeden; aber wir haben an die Stelle der fortschreitenden Beine die rollenden Räder gesetzt. Die Lokomotive ist ein Ersatz für das Zugthier, aber in einer Weise vervollkommnet, dass sie dieses an Schnelligkeit, Ausdauer und Kraft unendlich weit übertrifft.

Unser an Erfindungen auf allen Gebieten, insbesondere auch auf dem der Mechanik, grosses Jahrhundert würde ohne Zweifel auch dem Probleme der Luftschifffahrt erfolgreicher nähergetreten sein. Allein zum Unglück wurde vor 100 Jahren der Luftballon erfunden. Alle neueren Versuche aber, die Luft zu durchsegeln, beschränken sich darauf, den Luftballon lenkbar zu machen.

Es lässt sich jedoch mit Bestimmtheit voraussagen, dass man auf diesem Wege nie zu einem brauchbaren Resultate gelangen wird. Zum Reisen und zur Güterbeförderung in der Luft wird ein so ungefüges und gebrechliches Werkzeug, wie der Luftballon ist, nie vervollkommnet werden.

Erst dann wird man anfangen, sich dem anzustrebenden Ziele zu nähern, wenn man ebenso den Luftballon, wie zuvor das Flügelwerk. als Basis der Luftschifffahrt aufgegeben haben wird.

Bei der Frage nach der Lösung des Problems sollte man zuerst davon gänzlich absehen, sich mit dem zu konstruirenden Flugapparate hoch hinauf in die Lüfte erheben zu wollen. Das mag späteren Zeiten vorbehalten bleiben, wie man sich ja auch bei der Anlegung der ersten Eisenbahnen darauf beschränkte, sich in einer vollständigen Ebene fortzubewegen, während die Ueberwindung von Steigungen und Senkungen, insbesondere der Bau von Zahnradbahnen, die Aufgabe einer späteren Periode war.

Man sollte sich vorläufig ganz darauf beschränken, von einem Standpunkte, der wenige Meter über der Ebene erhöht ist, seinen Ausgang zu nehmen und sich von da lediglich in horizontaler Richtung fortzubewegen.

Bei dem zu konstruirenden Flugapparate sind zwei Funktionen in's Auge zu fassen: derselbe soll sich schwebend erhalten, also von der Luft getragen werden, in derselben schwimmen — und er soll sich fortbewegen.

Die fliegenden Thiere erreichen beides in der Hauptsache durch eine und dieselbe Thätigkeit, durch den Flügelschlag, beziehentlich durch das Ausspannen der Flügel. Der Schwanz der Vögel trägt nur wenig dazu bei, den Körper in der Schwebe zu erhalten; manches fliegende Thier, z. B. der Falter, entbehrt überhaupt eines Schwanzes.

Ein wirklich brauchbarer Flugapparat hat beide Funktionen zu trennen. Bei den Bestrebungen, den Luftballon lenkbar zu machen, geht man auch von diesem richtigen Gesichtspunkte aus. Aber man fehlt darin, dass man sich zur Bewerkstelligung der ersten Funktion, des Schwebens oder Schwimmens in der Luft, eines mit einem leichten Gase gefüllten, nach oben strebenden Körpers bedient. Ein brauchbarer Flugapparat wird nur dann konstruirt werden, wenn man sich von dem Ballon vollständig losgesagt haben wird.

Der Apparat, welcher als neues Moment in die Luftschifffahrt einzufügen ist, muss sich mehr an die Schifffahrt anlehnen, doch unter Berücksichtigung des Umstandes, dass, während das Schiff die Aufgabe hat, sich auf einem tropfbar-flüssigen Körper tragen zu lassen, der neue Apparat sich in einem elastisch-flüssigen Körper fortzubewegen hat.

Das Schiff schwimmt, weil es leichter ist, als ein gleiches Volumen Wasser. Die Flugfähigkeit des Luftballons beruht auf demselben Prinzip; auch er ist leichter als ein gleichgrosses Volumen der niederen Luftschicht.

Die gesammte fliegende Thierwelt geniesst diesen zweifelhaften Vortheil nicht; sie erhält sich vielmehr dadurch in der Luft schwebend, dass der Fliegende auf die unter ihm liegende Luftschicht einen Druck ausübt, der gross genug ist, um getragen zu werden.

Dieser Druck nach unten, der trägt, ist kombinirt mit dem Drucke nach hinten, der fortbewegt.

Der Theil des Apparates, welcher den Druck nach unten auszuüben hat, ist das einzige Neue, was noch nicht vorhanden ist, was also neu zu konstruiren ist.

Man hat es versucht, sich mit einer Schraube nach aufwärts zu bewegen, was aber aus leicht nachweisbaren Gründen missglücken musste, und selbst in dem Falle, dass es geglückt wäre, nichts getaugt hätte, weil es der Bewegung in horizontaler Richtung hinderlich gewesen wäre.

Das Mittel, welches man einzig und allein in Anwendung bringen kann, ist ungleich einfacher und so zuverlässig, dass es seine Wirkung keinen Augenblick verfehlen wird.

Dieser Theil würde übrigens das Einzige sein, was man etwa eine „Erfindung" nennen könnte, wenigstens mit demselben Rechte, mit welchem man die Konstruktionen der Herren Renard und Krebs in Meudon bei Paris als Erfindungen bezeichnet hat.

Unserer Beschreibung des zu konstruirenden Schwebeapparates haben wir hier einige Erörterungen allgemeiner Art vorauszuschicken.

Ein Körper fällt in 1 Sekunde 15 Fuss oder etwa 4 Meter, doch nur, wenn sein Volumen derart ist, dass die Luft seinem Falle fast keinen Widerstand entgegensetzt. Hat der Körper ein grösseres Volumen, so wird der Widerstand, welchen die zu verdrängende Luft beim Fallen leistet, in Anrechnung zu bringen sein.

Nehmen wir z. B. eine Stahlplatte, welche ein Gewicht hat, das dem einer Luftsäule von 4 m Höhe gleichkommt, nämlich eine Platte von $^2/_3$ mm Dicke (das spezifische Gewicht des Stahles ist 7,82, das der atmosphärischen Luft 0,00129; eine Stahlplatte von 0,00066 m würde also dem Gewicht einer Luftsäule von 4 m Höhe gleichkommen), und lassen dieselbe mit ihrer Breitseite der Erde zugekehrt niederfallen, so würde dieselbe, da ihr für den in der ersten Sekunde zurückzulegenden Weg eine gleichschwere Luftsäule entgegenstände, in dieser Zeit nur um so viel fallen, dass sie mit der Luft in's Gleichgewicht käme, d. h. sie würde bis in die Mitte der Luftsäule herniederfallen, also 2 m. Dies würde jedoch nur dann eintreten, wenn die Fallgeschwindigkeit in allen Zeitabschnitten gleich gross wäre. Dies ist aber bekanntlich nicht der Fall. Fällt der Körper aber in Folge des Widerstandes der Luft nur so viel, wie er im luftleeren Raume in $^1/_2$ Sekunde fallen würde, so beträgt die Fallhöhe nach einer einfachen Berechnung nur 1 m.

Brächte man nun die vorerwähnte Stahlplatte bei Beginn ihres Falles durch einen Stoss in eine wagerechte Bewegung, so würde sie sich nicht horizontal fortbewegen, sondern allmählich fallen und in diesem Falle eine Kurve beschreiben, für deren Gestalt der wagerechte Stoss und der stetig wachsende senkrechte Fall massgebend wären. In der 1. Sekunde würde nach dem oben Mitgetheilten die Stahlplatte von der Wagerechten um 1 m nach unten abgewichen sein.

Wollte man diesen Fall nun paralysiren, um zu bewirken, dass sich die Platte wirklich wagerecht fortbewegte, so würde man nur nöthig haben, dieselbe, statt horizontal, um so viel steil ansteigend fortzustossen, dass sie nach Abzug des Falles am Ende der 1. Sekunde um 1 m gestiegen sein müsste. Würde z. B. der wagerechte Stoss mit einer Geschwindigkeit von 10 m in 1 Sekunde gegeben, so würde dem Stosse eine Richtung zu ertheilen sein, welche der Hypotenuse eines Dreieckes entspräche, dessen eine Kathete (die Grundlinie) 10 m, die andere 1 m lang wäre, also in einem Winkel von 6 Grad.

Bis jetzt ist bei der Erzeugung der horizontalen Bewegung nur ein Stoss am Anfange der Bewegung in Betracht gezogen worden. Die Kraft desselben würde aber allmählich ab-, die des Falles zunehmen, und der Körper würde nach kurzer Zeit zur Erde niederfallen.

Dem lässt sich dadurch begegnen, dass der Körper durch eine fortgesetzt wirkende Kraft in wagerechter, oder richtiger in ansteigender Richtung in Bewegung erhalten wird.

Damit ist das Wesentliche des neuen Flugapparates gekennzeichnet. Das demselben zu Grunde liegende Prinzip lässt sich so ausdrücken:

Eine Platte wird durch eine stetig wirkende Kraft unter einem solchen Winkel in ansteigender Richtung fortbewegt, dass der durch die Schwere der Platte entstehende Fall soweit aufgehoben wird, dass der Körper in Wirklichkeit eine Bewegung in horizontaler Richtung ausführt.

Für die weitere Ausführung dürften hier einige Fingerzeige genügen, da für eine bis in die Einzelheiten reichende Darstellung des Projektes nicht der Raum vorhanden ist.

Der das Schweben bewirkende Körper muss so gestaltet sein, dass er leicht die Luft durchschneidet und sich doch dabei möglichst breit ausdehnt. Diese Form hat das in eine sehr scharfe Spitze auslaufende gleichschenklige Dreieck oder noch besser ein Körper, der die Gestalt einer Pfeilspitze hat (Viereck mit einspringendem Winkel).

Der Schwebekörper muss an seiner unteren Fläche mit einer an denselben vertikal anstossenden zweiten Platte verbunden sein, welche den Zweck hat, den erstgenannten Körper vor dem Schwanken zu bewahren, also in horizontaler Richtung zu erhalten. Dieser Theil könnte, weil er dem Kiele am Schiffe entspricht, den Namen Kiel führen. Er würde ebenfalls die Gestalt eines Dreiecks haben.

An dem Kiele, und zwar an dem hinteren Ende desselben, wäre eine Last zu befestigen, welche das ganze Fahrzeug so in der Schwébe zu erhalten hätte, dass die beabsichtigte ansteigende Richtung in der Bewegung perpetuirlich fortbestände.

Als Last in diesem Sinne würden Verwendung finden der Motor, welcher das Luftschiff treibt, ingleichen die Personen und Güter, zu deren Beförderung das Vehikel dient.

Als Motor würde, wie auch die Herren Renard und Krebs und andere vor ihnen anerkannt haben, am zweckmässigsten nur die Schraube zu brauchen sein. Bei der Luftschiffsschraube wird man sich alle die Erfahrungen, welche mit der Schiffsschraube gemacht worden sind, zu Nutze zu machen haben. Man wird also nicht eine Schraube von langen Windungen, etwa von mehreren vollen Schraubengängen, sondern eine aus mehreren Schraubenausschnitten (Sektoren, Flügeln) zusammengesetzte in Anwendung zu bringen haben. Für die Luftschifffahrt dürfte statt der dreiflügligen Schiffsschraube eine aus 6 bis 8 Flügeln bestehende zu gebrauchen sein. Bei der Steigung der Windungen würde man auch über 25 Grad nicht hinausgehen dürfen. Dagegen würde bei einer 6flügligen Schraube jeder Flügel höchstens ein Sechstel, bei der 8flügligen ein Achtel eines vollen Schraubenganges auszumachen haben.

Ob die Schraube am vorderen oder am hinteren Ende des Schwebekörpers oder vielleicht gar an den beiden hinteren Spitzen anzubringen

wäre, darüber kann nur das Experiment entscheiden. Positive Feststellungen darüber und über vieles Andere sind auf theoretischem Wege ebenso wenig möglich, wie sie auf hundert anderen Gebieten der Mechanik nicht möglich gewesen sind. Hier müssen Versuche angestsellt werden.

Als Apparat zur Steuerung könnte man den Kiel anwenden. Ein Theil desselben müsste dann, ähnlich wie das Steuerruder am Schiffe, beweglich sein. Erwiese sich's als zweckmässig, zwei Schrauben an den beiden hinteren Flügelspitzen des Schwebekörpers anzubringen, so würde auch ohne Schwierigkeit mit diesen die Steuerung zu bewerkstelligen sein. Man würde dann, wenn man den Kurs des Fahrzeugs nach links wenden wollte, nur nöthig haben, die linke Schraube etwas langsamer gehen zu lassen.

Da die dem Kiele angehängte Last vorhanden sein muss, um das Schiff in der beabsichtigten Richtung zu erhalten, so würde keineswegs die Nothwendigkeit entstehen (wie dies bei der Steuerung der Luftballons der Fall ist), sich als bewegender Kraft einer Maschine zu bedienen, die ein sehr geringes Gewicht hätte. Man würde vielmehr, wenigstens für den langsameren Verkehr, die Dampfmaschine als Motor anwenden können. Für die allerersten Versuche, bei denen es genügte, das Fahrzeug nur eine kleine Strecke (50 oder 100 m) fortzubewegen, dürfte als Motor am besten eine Feder dienen, welche ausreichte, um die Schraube ein paar Hundert Umdrehungen machen zu lassen.

Abweichend von der Schraube der Herren Renard und Krebs, deren Längendurchmesser 8—9 m beträgt und die nur 60—80 Touren in der Minute zu machen im Stande ist, würde man sich kleinerer Schrauben mit mehr (6—8) Schraubengängen zu bedienen und dieselben mit mehr Touren (150—200 in der Minute) ausführen zu lassen haben. —

Was die Verwendung unseres Luftschiffes anlangt, so können wir uns auf ein Minimum von Bemerkungen beschränken. Während bei der Herstellung lenkbarer Luftballons hauptsächlich die Gewinnung von Apparaten für Observationszwecke in's Auge gefasst ist, würde hier (wenigstens für den Anfang, d. h. so lange das Hochsteigen noch ausser Betracht bleiben müsste) vor allem die Beförderung von Lasten aller Art (Personen, Güter) in Aussicht genommen werden.

Das hier nur in kurzen Andeutungen skizzirte Luftschiff würde folgende Vortheile bieten:

Es würde eine weit grössere Schnelligkeit der Bewegung als alle bisher im Gebrauch befindlichen Fahrzeuge zulassen. Die Beförderung würde weit billiger sein, als auf Eisenbahnen, da die Anlegung von Bahnen, Bahnhöfen etc. in Wegfall käme. Sie würde sich in dieser Beziehung der Beförderung auf Schiffen nähern. Der Verkehr würde nicht auf bestimmte Linien beschränkt sein, sondern auch auf das Innere unbekannter Länder und Erdtheile (Afrika, Australien) und auf die arktischen Regionen bis hinauf an die Pole ausgedehnt werden können. In Rücksicht darauf, dass

die meisten Unglücksfälle auf Eisenbahnen durch Entgleisungen und Zusammenstösse, auf der See durch Schiffbrüche herbeigeführt werden, würde der Verkehr mit Hilfe des Luftschiffes weit ungefährlicher sein. Da das Geräusch und die Erschütterungen, welche in Bahnwagen und Schiffen entstehen, hier fast ganz in Wegfall kommen würden, so würde auch das Reisen per Luftschiff viel angenehmer und bei weitem weniger anstrengend sein.

Rotationskörper vom geringsten Widerstand.

Von **Rudolf Mewes.**

Obgleich gerade bei der Aufgabe, ein lenkbares Luftschiff zu bauen, vor allen Dingen auch darauf gesehen werden muss, dass der Rotationskörper des Ballons bei seiner Bewegung durch die Luft den geringsten Widerstand findet, so dürfte meines Wissens weder in der französischen noch auch in der deutschen aëronautischen Fachschrift bis jetzt die Form desselben mathematisch bestimmt sein. Eine rein mathematische Auflösung dieser Aufgabe dürfte aus diesem Grunde vielleicht den Lesern der Zeitschrift des Deutschen Vereins willkommen sein, und werde ich daher dieselbe in der Form hier folgen lassen, wie sie in kleineren Lehrbüchern über Variationsrechnung als Uebungsbeispiel gelöst zu werden pflegt. Gelöst ist dieselbe, wie folgt, im „Grundriss der Variationsrechnung von Dr. J. Dienger“ auf Seite 21 flg.

„Es soll also die Form desjenigen Rotationskörpers bestimmt werden, welcher, wenn er parallel der Achse seiner Figur bewegt wird, den geringsten Widerstand in einem widerstehenden Mittel erleidet.“

Wenn eine Ebene vom Flächeninhalte F sich mit einer Geschwindigkeit v in einer zu ihr senkrechten Richtung in einer Flüssigkeit von der Dichte ρ bewegt, so ist nach der gewöhnlichen Annahme, die allerdings thatsächlich nur annähernd richtig, aber in den hier in Betracht kommenden Fällen zutreffend ist, der Widerstand gleich $k \rho F v^2$, wo k ein durch Beobachtung ermittelter Koëffizient ist.

Bewegt sich nun aber die Ebene nach einer Richtung, die mit ihrer Achse den Winkel φ bildet, so trifft dieselbe in der Bewegungsrichtung auf eine Flüssigkeitssäule, deren Fläche nur $F \cos \varphi$ ist. Die Geschwindigkeit v kann zerlegt werden in $v \cos \varphi$ senkrecht zur Fläche und $v \sin \varphi$ parallel zu letzterer; nur mit jener stösst die Fläche senkrecht auf die Flüssigkeit. Demnach verhält sich die Sache gerade so, als wenn die Ebene $F \cos \varphi$ mit einer Geschwindigkeit $v \cos \varphi$ senkrecht auf die Flüssigkeit stösst; der Widerstand ist also gleich $k \rho F . v^2 \cos^3 \varphi$.

Eine Kegel-, bezüglich Kreisfläche, die sich gegen ihre Achse unter einem Winkel $\frac{\pi}{2} - \varphi$ neigt und sich nach der Richtung ihrer Achse mit einer Geschwindigkeit v bewegt, ist in derselben Lage, wie die soeben betrachtete Ebene, sobald beide Flächen denselben Inhalt haben. —

Eine Rotationsfläche ist der Grenzwerth einer Summe von Kreis- oder Kegelflächen. Da die Neigung ψ jedes Elementes der erzeugenden Kurve gegen die Achse durch die Gleichung

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{d\,y}{d\,x},$$

also die Neigung φ der Senkrechten auf dasselbe durch

$$\operatorname{cotg} \varphi = \frac{d\,y}{d\,x}$$

gegeben ist, woraus

$$\cos \varphi = \frac{\frac{d\,y}{d\,x}}{\sqrt{1 + \left(\frac{d\,y}{d\,x}\right)^2}}$$

folgt, so findet sich leicht, dass der Widerstand der Rotationsfläche gleich

$$2\,\pi\,k\,\rho\,v^2 \int\limits_a^b \frac{y\left(\frac{d\,y}{d\,x}\right)^3}{1 + \left(\frac{d\,y}{d\,x}\right)^2}\,d\,x$$

ist, wenn a, b die festen Abscissen der Endpunkte, y die laufende Ordinate der erzeugenden Kurve ist. Die Endpunkte derselben sind übrigens als gegeben angesehen. Es muss also nun

$$\int\limits_a^b \frac{y\,y'^3}{1 + y'^2}\,d\,x$$

ein Minimum sein, wo $y' + \frac{d\,y}{d\,x}$ gesetzt ist. y und y' sind positiv. Aus der Grundgleichung der Variationsrechnung erhält man nun als die Bedingungsgleichung des Maximums oder Minimums in diesem speziellen Falle

$$\frac{y\,y'^3}{1 + y'^2} - y\,y'\,\frac{3\,y'^2\,(1 + y'^2) - 2\,y'^4}{(1 + y'^2)^2} = -\,2\,c_1,$$

das heisst

$$-\,2\,y\,y'^3 = -\,2\,c_1\,(1 + y'^2)^2,$$

$$y = c_1 \,.\, \frac{(1 + y'^2)^2}{y'^3}.$$

Gesetzt $y' - u$, erhält man

$$y = c_1\,\frac{(1 + u^2)^2}{u^3};\ \frac{d\,y}{d\,x} = u,\ \frac{d\,x}{d\,y} = \frac{1}{u},$$

$$x = \int \frac{d\,y}{u} = \int \frac{d\,y}{d\,u} \cdot \frac{1}{u}\,.\,d\,u = c_1 \int \frac{(1 + u^2)\,(u^2 - 3)}{u^5}\,d\,u$$

$$= c_1 \left[\,l\,(u) + \frac{1}{u^2} + \frac{3}{4\,u^4}\right] + c_2.$$

Das Integralsystem der gesuchten Kurve ist also

$$x = c_1 \left[\,l\,(u) + \frac{1}{u^2} + \frac{3}{4\,u^4}\right] + c_2,\ y = c_1\,\frac{(1 + u^2)^2}{u^3}\ \ldots \text{(g)},$$

aus welchen Gleichungen u zu eliminiren ist.

Aus (g) folgt

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{dy}{du} = c_1 \dfrac{(1+u^2)\ (u^2-3)}{u^5},\ \dfrac{dy}{du} = c_1 \dfrac{(1+u^2)(u^2-3)}{u^4} \\ \dfrac{d^2x}{du^2} = c_1 \dfrac{15+6u^2-u^4}{u^6},\ \dfrac{d^2y}{du^2} = \dfrac{4c_1(3+u^2)}{u^5} \end{array}\right\} \ldots (g').$$

Dabei ist $c_1 > 0$, wie aus der anfänglichen Gleichung sofort hervorgeht (y und y' positiv). Aus den (g') folgt, dass für $u = \pm\sqrt{3}$, wo jedoch nur das obere Zeichen gilt (da $u = y'$ nur positiv ist), y ein Minimum erreicht, da dann $\dfrac{d^2y}{du^2} > 0$ ist. Für denselben Werth ist übrigens auch x ein Minimum. Von $u = \sqrt{3}$ an werden also y und x mit u wachsen; lässt man u unter $\sqrt{3}$ sinken, so werden x und y ebenfalls wachsen mit abnehmendem u.

Die durch (g) gegebene Kurve scheidet sich also naturgemäss in zwei Zweige; im einen geht u von $\sqrt{3}$ an bis ins Unendliche; im anderen u von $\sqrt{3}$ bis 0. Wir wollen die Zweige als ersten ($u > \sqrt{3}$) und zweiten ($u < \sqrt{3}$) unterscheiden.

Da

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{du}{dx} = \frac{1}{c_1} \frac{u^5}{(1+u^2)(u^2-3)}$$

im ersten positiv, im zweiten negativ ist, so wendet jener seine hohle Seite nach der Richtung der positiven, der andere nach Richtung der negativen y.

y ist unendlich für $u = \infty$ und für $u = 0$, so dass beide Zweige ins Unendliche verlaufen; für den ersten Zweig ($u > \sqrt{3}$) ist $x = \infty$, wenn $y = \infty$; für den zweiten ($u < \sqrt{3}$) ist für $u = 0$ ebenfalls $x = \infty$.

Da $\dfrac{dy}{dx} = u$, so haben im Anfangspunkte beide Zweige dieselbe Tangente, welche mit der Abscissenaxe einen Winkel von 60^0 macht, und es ist der erste Zweig beständig über, der andere beständig unter dieser gemeinschaftlichen Tangente.

Ist nämlich y_1 die einem bestimmten x zugehörige Ordinate der Tangente, so ist die Differenz

$$y - y_1 = c_1 \frac{(1+u^2)^2}{u^3} - y_1$$

anfänglich ($u = \sqrt{3}$) Null; ferner ist

$$\frac{dy_1}{dx} = \sqrt{3},\ \frac{dy_1}{du} = \sqrt{3}\,\frac{dx}{du} = \sqrt{3}\,c_1 \frac{(1+u^2)(u^2-3)}{u^5},$$

also

$$\frac{d(y-y_1)}{du} = c_1 \frac{(1+u^2)(u^2-3)}{u^4} - c_1\sqrt{3}\,\frac{(1+u^2)(u^2-3)}{u^5}$$

$$= c_1 \frac{(1+u^2)(u^2-3)(u-\sqrt{3})}{u^5}.$$

Diese Grösse ist hiernach in beiden Zweigen positiv, und folglich wird im ersten Zweige, wo u wächst, $y - y_1$ wachsen, also immer positiv sein; im zweiten, wo u abnimmt, auch $y - y_1$ abnehmen und mithin beständig negativ sein.

Ehe wir weiter gehen, wollen wir über M. M. entscheiden.

Um $\frac{\delta y}{\delta c_1}, \frac{\delta y}{\delta c_2}$ aus (g) zu finden, wird man u als eliminirt zu denken haben, so dass man u als Funktion von (x und) c_1 und c_2 mittelst der ersten (g) anzusehen hat.

Daraus folgt

$$\frac{dy}{dc_1} + \frac{\delta y}{\delta u}\frac{\delta u}{\delta c_1} + \frac{\delta y}{\delta c_1} = c_1 \frac{(1+u^2)(u^2-3)}{u^4}\frac{\delta u}{\delta c_1} + \frac{(1+u^2)^2}{u^3};$$

$$\frac{dy}{dc_2} + \frac{\delta y}{\delta u}\frac{\delta u}{\delta c_2} + \frac{\delta y}{\delta c_2} = c_1 \frac{(1+u^2)(u^2-3)}{u^4}\frac{\delta u}{\delta c_1};$$

und dann

$$0 = l(u) + \frac{1}{u^2} + \frac{3}{u^4} + c_1 \frac{(1+u^2)(3-u^2)}{u^5}\frac{\delta u}{\delta c_1};$$

$$0 = c_1 \frac{(1+u^2)(3-u^2)}{u^5}\frac{\delta u}{\delta c_2} + 1,$$

woraus nun

$$\frac{dy}{dc_1} = \frac{(1+u^2)^2}{u^3} - u\left[l(u) + \frac{1}{u^2} + \frac{3}{u^4}\right] + \frac{y}{c_1} - \frac{u(x-c_2)}{c_1};$$

$$\frac{dy}{dc_2} = -u; \quad \frac{dy}{dc_1} + m\frac{dy}{dc_2} + \frac{y}{c_1} - \frac{u(x-c_2)}{c_1} - mu.$$

$$\frac{\delta f}{\delta y'} = y\,\frac{3y'^2 + y'^4}{(1+y'^2)^2}; \quad \frac{\delta^2 f}{\delta y'^2} = \frac{2yy'(3-y'^2)}{(1+y'^2)^3}.$$

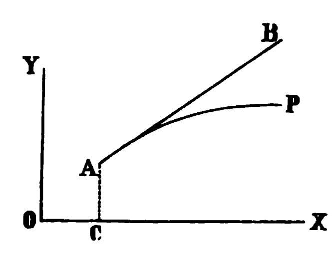
Da wir y, y' positiv voraussetzen, so muss also für das gesuchte Minimum $3 - y'^2$, d. h. $3 - u^2$ positiv, $u < \sqrt{3}$ sein. Es kann also nur der zweite (untere) Zweig, der gegen die Abscissenaxe hohl ist, den Forderungen der Aufgabe entsprechen.

Die weitere Bedingung besteht darin, dass ein Werth von m möglich sein muss, für den nicht

$$\frac{y}{c_1} - \frac{u(x-c_2)}{c_1} - mu = 0, \quad \frac{y}{c_1 u} - \frac{x-c_2}{c_1} - m = 0,$$

$$\frac{y}{u} - x - (c_1 m - c_2) = 0$$

ist. Nun ist $u < \sqrt{3}$; $\frac{y}{u}$ wird jetzt wachsen mit wachsendem Kurvenbogen, da wenn A der Anfangspunkt, AB die Tangente in demselben, alle Tangenten die Abscissenaxe in Punkten treffen, deren Abscissen $\left(x - \frac{y}{u}\right)$ kleiner sind als für die erste; daraus folgt von selbst, dass die fragliche Grösse nicht alle möglichen Werthe durchläuft, man also m immer noch so wählen kann, dass die vorhin angeführte Gleichung nicht erfüllt ist. Demnach hat man ein Minimum.



Die Bestimmung der zwei Konstanten erfolgt aus der bekannten Lage der zwei Endpunkte. Da die Lage des Koordinatenanfangs eine ganz beliebige ist, so kann man ihn nach Bequemlichkeit wählen. Legen wir ihn einmal so, dass A in der Ordinatenaxe liegt, so ist da $OC = c_1 \left[l(\sqrt{3}) + \frac{1}{3} + \frac{3}{36} \right] + c_2$, das Gleichungssystem des Zweigs:

$$x = c_1 \left[l(u) + \frac{1}{u^2} + \frac{3}{4u^4} - \tfrac{1}{2} l(3) - \frac{5}{12} \right], \quad y = c_1 \frac{(1+u^2)^2}{u^3},$$

und es wird sich fragen, ob irgend ein beliebiger Punkt der Ebene, dessen x und y positiv sind, in dieser Kurve liegen kann. Sind p, q dessen Koordinaten, so muss

$$p = c_1 \left[l(u) + \frac{1}{u_2} + \frac{3}{4u^4} - \tfrac{1}{2} l(3) - \frac{5}{12} \right], \quad q = c_1 \frac{(1+u^2)^2}{u^3}$$

sein. Daraus zunächst

$$\frac{p}{q} = \frac{u^3 \left[l(u) - \frac{1}{2} l(3) - \frac{5}{12} \right] + u + \frac{3}{4u}}{(1+u^2)^2},$$

woraus u zu bestimmen ist, worauf dann c_1 sofort folgt. Es wird sich also blos um die Frage handeln, ob die zweite Seite dieser Gleichung alle möglichen positiven Werthe annehmen kann. Sie ist aber 0 für $u = \sqrt{3}$ und ∞ für $u = 0$, woraus unsere Frage sofort bejahend beanwortet ist.

Sind nun im Allgemeinen die Koordinaten der beiden gegebenen Endpunkte (für die anfängliche Lage der Axen):

$$a, \eta; \; b, \zeta \; (b > a),$$

so muss

$$a = c_1 \left[l(u_1) + \frac{1}{u_1^2} + \frac{3}{4u_1^4} \right] + c^2, \quad \eta = c_1 \frac{(1+u_1^2)^2}{u_1^3};$$

$$b = c_1 \left[l(u_2) + \frac{1}{u_2^2} + \frac{3}{4u_2^4} \right] + c_2, \quad \zeta = c_1 \frac{(1+u_2^2)^2}{u_2^3}$$

sein, wo u_1, u_2 die entsprechenden Werthe von u bedeuten. Aus diesen vier Gleichungen sind u_1, u_2, c_1, c_2 zu bestimmen.

Man hat

$$a = \frac{u_1^3 \eta}{(1+u_1^2)^2} \left[l(u_1) + \frac{1}{u_1^2} + \frac{3}{4u_1^4} \right] + c_2,$$

$$b = \frac{u_2^3 \zeta}{(1+u_1^2)^2} \left[l(u_2) + \frac{1}{u_2^2} + \frac{3}{4u_2^4} \right] + c_2,$$

so dass

$$b - a = \frac{\zeta}{(1+u_2^2)^2} \left[u_2^3 \, l(u_2) + u_2 + \frac{3}{4u_2} \right]$$
$$- \frac{\eta}{(1+u_1^2)^2} \left[u_1^3 \, l(u_1) + u_1 + \frac{3}{4u_1} \right] \quad \ldots \ldots (\alpha)$$

ist. Denkt man sich also eine Tabelle der Grösse

$$\left[u^3 \, l(u) + u + \frac{3}{4u} \right] \frac{1}{(1+u^2)^2} \quad \ldots \ldots \ldots (\alpha')$$

berechnet, so wird man darin diejenigen Werthe von u (u_1, u_2) wählen, für welche die (α) erfüllt ist. Dann ergeben sich c_1, c_2 sofort, und die Aufgabe ist erledigt.

Man wird beachten, dass der Körper, den wir gefunden, ringförmig ist, d. h. dass wir ihn vorn und hinten offen denken, wie natürlich, da wir den Widerstand des vorderen Kreises nicht in Betracht ziehen.

Wollte man übrigens fordern, dass im Anfangspunkt $y = 0$ wäre, so hätte man oben $\eta = 0$, woraus $c_1 = 0$ folgen würde. Dies würde in der ursprünglichen Gleichung zur Folge haben:

$$y = 0, \text{ oder } y' = 0,$$

von welchen Gleichungen die erste zu verwerfen wäre. Die zweite würde

$$y = c_2$$

liefern, wo aber $c_2 = 0$ sein müsste. Dies ist natürlich abermals zu verwerfen, so dass also eine in eine Spitze auslaufende Form nicht besteht.

Wunderbarer Weise spricht also die Theorie zu Gunsten der bekannten Ansicht Herrn Maximilian Wolff's, durch den Ballon eine hohle Längsaxe zu legen, wie dies im ersten Heft des ersten Jahrgangs der Zeitschrift des Vereins dargelegt ist. Indessen wird man in der Praxis den Rotationskörper schliessen und das Mehr an Widerstand, welcher dadurch herbeigeführt wird, aus technischen Gründen gern mit in den Kauf nehmen.

Selbstregistrirende meteorologische Instrumente.

(Mit drei Abbildungen.)

Bei dem Interesse, welches die neueren Ausführungen dieser seit langer Zeit für Wetterbeobachtungen benutzten Apparate für denjenigen Aëronauten besitzen, welcher seine Fahrten gleichzeitig dem Dienste der Wissenschaft widmet, entnehmen wir der „Deutschen Industrie-Zeitung“ (mit gütiger Erlaubniss der Redaktion) im Auszuge Folgendes:

Die nachstehend abgebildeten drei Wetterinstrumente, ein Registrir-Thermometer, -Barometer und -Hygrometer, stammen aus der Fabrik von Richards-frères in Paris*) und sind vom meteorologischen Central-Bureau Frankreichs zur alleinigen Benutzung angenommen.

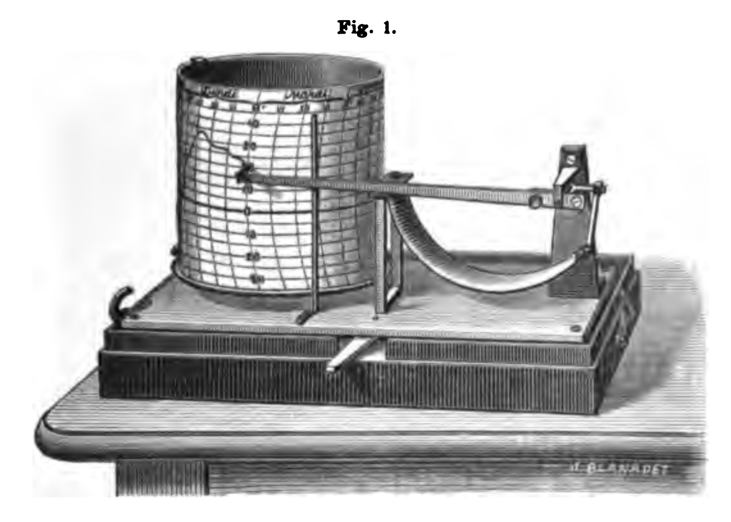
Das Registrir-Thermometer (Fig. 1) ist ein Metallthermometer, dessen gekrümmte, mit reinem Alkohol gefüllte Röhre sich je nach der Temperatur mehr krümmt oder streckt. Die mit der Röhre in Verbindung gebrachte Feder schreibt mit farbiger Tinte, die nicht vertrocknet und nicht gefriert, auf einer Skala von Papier, welche von einem Uhrwerk wöchentlich einmal um ihre Axe bewegt wird und also erst nach sieben Tagen gewechselt zu werden braucht. Die wagerechten Striche zeigen Celsius- oder Réaumurgrade und die im Bogen gehenden vertikalen Linien Tage und Stunden an. Das Diagramm ergiebt die Temperatur zu allen Tages- und Nachtzeiten.

---

*) Diese Instrumente können u. a. von dem optisch-mechanischen Institut von O. H. Meder in Leipzig (Markt No. 11) bezogen werden, welches uns auch die Clichés zu den Abbildungen gütigst zur Verfügung stellte. D. Red.

Die selbstregistrirenden Thermometer werden in zwei verschiedenen Anordnungen ausgeführt, wobei jedoch das Registrirsystem dasselbe ist. Bei Fig. 1,

Fig. 1.

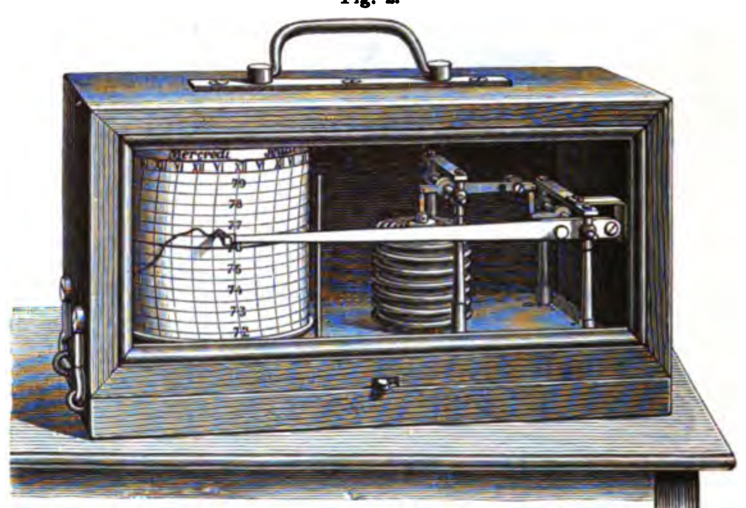


welche den Apparat übrigens ohne das ihn gewöhnlich bedeckende Gehäuse zeigt, ist die Thermometerröhre innen angebracht und steht durch zwei kleine mit Drahtgeflecht besponnene Oeffnungen mit der zu messenden Temperatur in Verbindung. Bei der andern Anordnung ist die Thermometerröhre ausserhalb des Gehäuses angebracht und so unmittelbar der zu messenden Wärme ausgesetzt. Die Apparate können auch als Maximum- und Minimumthermometer eingerichtet werden. Sie eignen sich für alle Gewerbe, welche Warmräume für eine besondere Fabrikation, wie Malzräume, Keimräume, Gährräume, Malzdarren und dergl., benöthigen, oder für Brauereien, Mälzereien, Hefefabriken, sowie auch für die Warmräume der Gärtnereien u. dgl. Die Thermometer für Brauereien, Warmhäuser u. s. w. sind für Temperaturen von 5° bis 85° C. oder 20° bis 100° C., oder 5° bis 68° R. oder 15° bis 78° R. regulirt.

Das Registrir-Barometer (Fig. 2) ist ein Aneroid-Barometer, welches, um die Empfindlichkeit zu steigern, statt einer einzigen luftleeren Dose deren acht besitzt. Diese sind durch einen Mechanismus mit dem die Feder tragenden Hebel in Verbindung gebracht. Die Barometer besitzen kompensirtes Werk und werden für alle Höhen geliefert. Ihre Skalen zeigen die Millimeterstriche, während die vertikalen Linien Stunden und Tage angeben. Herr Emmerich in Chemnitz hatte Gelegenheit, ein solches seit Jahresfrist registrirendes Instrument (bei Mechaniker Lossner in Chemnitz) täglich beobachten zu können. Seine Diagramme wurden des öfteren mit denen des Meteorographen am Meteorologischen Institut zu Chemnitz verglichen, wobei sich nicht nur volle Uebereinstimmung, sondern zuweilen die Thatsache ergab, dass der kleine Apparat momentane Druckschwankungen registrirte, die sich aus Kurven des Meteorographen nicht erkennen liessen.

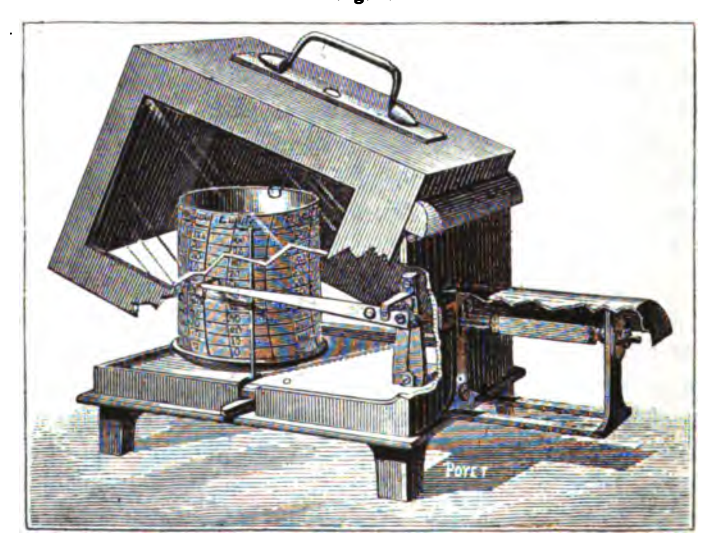
Das Uhrwerk arbeitet noch mit derselben Gleichmässigkeit und Genauigkeit wie zuvor. Die Behandlung des Apparates beim Auswechseln der Skalen

Fig. 2.



ist, wie bei den übrigen, sehr einfach, so dass binnen einer bis zwei Minuten die Uhr aufgezogen, die Skala aufgespannt und die Feder gefüllt ist, und somit das Barometer seine Registrirarbeit fast ohne jede Unterbrechung fortsetzen kann.

Fig. 3.



Bei dem Registrir-Hygrometer (Fig. 3) besteht die bewegende Materie nicht aus Haaren, sondern einem besonders präparirten animalischen Stoff (?). Die Skalen haben Prozentstriche, die vertikalen Linien zeigen, wie oben, Stunden und Tage an. Für viele Fabrikbetriebe, in welchen eine regelmässige Kontrole des Feuchtigkeitsgehalts der Luft von Interesse ist, z. B. Pulverfabriken, sind derartig registrirende Instrumente denen mit direkter Ablesung ohne Zweifel vorzuziehen.

Projekt, den Ballon ohne Motor mit Hilfe einer Segelfläche am Gondelringe und eines Belastungsseiles zu lenken.

Von **A. Platte,**
Generaldirektionsrath der k. k. Oesterreichischen Staatsbahnen in Wien.

Man denke sich einen unserer gewöhnlichen Luftballons, möge er kugelförmig oder besser zigarrenförmig gestaltet sein (es ist das vorläufig ganz gleichgiltig), hoch in der Luft schweben und mit der Erde durch ein Seil verbunden, von welchem noch ein bedeutender Rest auf der Erde liegen soll.

Der schwebende Ballon soll ausser seiner gewöhnlichen Einrichtung eine auf dem Gondelring lagernde Segelfläche erhalten, welcher durch Drehung jede beliebige Neigung gegen den Horizont ertheilt werden kann. Diese Segelfläche wird aus einzelnen, unter sich fest verbundenen, eine Art Gerüst bildenden Stangen hergestellt, an deren Aussenenden Radsegel bebefestigt sind, die sich durch von der Gondel erreichbare Zugschnüre öffnen oder schliessen lassen. Die Radsegel sollen einen möglichst grossen Durchmesser (etwa 6 m) erhalten.

Diese einfache Ausrüstung befähigt nach unserer Ansicht den Ballon, nach jeder beliebigen Richtung seinem Ziele zuzufliegen. Der Luftschiffer hat hierzu nur die während des Aufsteigens geschlossen gewesenen Radsegel zu öffnen und dabei der ganzen Segelfläche eine möglichst genaue horizontale Lage zu geben und nunmehr das Seil, welches den Ballon mit dem Erdboden verbindet und von welchem noch ein Rest auf dem Erdboden lag, an sich zu ziehen. Hierdurch wird der Ballon, welcher bisher mit der ihn umgebenden Luft im Gleichgewichte stand, schwerer als die Luft und sinkt, so lange die Segelfläche horizontal ist, langsam vertikal herab.

Durch das Aufziehen des Seiles ist nunmehr der Ballon mit jener Kraft ausgestattet, die ihn befähigt, mit Benutzung der Segelfläche den lenkbaren Flug mit einer dem Gleichgewichte des Seiles entsprechenden Geschwindigkeit zu vollführen. Sobald nämlich der Luftschiffer der Segelfläche durch eine Bewegung mit der Hand eine auf sein Ziel gerichtete Neigung nach abwärts giebt, so muss, in Folge des sich sofort ändernden Widerstandes der Luft, der Ballon nicht mehr wie früher vertikal, sondern schräg abfallen und wenn der Luftschiffer die Segelfläche während des Falles um denselben Winkel aufwärts dreht, unter welchem sie bei Beginn des Fluges abwärts gestanden hat, in einem Bogen wieder aufsteigen und bei Wiederholung dieses Vorganges eine lange Strecke Weges in fortschreitend wellenförmiger Bewegung zurücklegen, indem er sich dabei der Erde immer mehr nähert. Schliesslich ist der Luftschiffer genöthigt, das Seil abzulassen, um durch die hierdurch eintretende Erleichterung neuerdings Steigkraft zu gewinnen und sodann abermals den Wellenflug fortzusetzen.

Wir schliessen diese Ausführung mit dem Wunsche, es mögen sich

praktische Aëronauten entschliessen, Versuche in dem angedeuteten Sinne anzustellen, welche unseres Erachtens auch bei nur theilweisem Gelingen immerhin einen bedeutenden Fortschritt darstellen würden.

Die Fahrt des Ballons „Victoria“ am 27. Mai 1886.*)

Von **Hermann Moedebeck.**

Als die „Victoria“ um 6 Uhr 57 Min. in der Neuen Welt in Rixdorf aufstieg, war die Luft schwül und es war unzweifelhaft, dass sich ein Gewitter im Anzuge befand. Dies konnte indess Herrn Opitz nicht abhalten, die einmal auf das Programm gesetzte Ballonfahrt zu unternehmen. In Voraussicht des Kommenden war nur in der Zeit der Abfahrt vom Programm abgewichen worden.

Das Aufsteigen des Ballons erfolgte mit drei Säcken Ballast sehr langsam; es machte sich alsbald über der Hasenhaide bei ihm das Bestreben bemerkbar, wieder zu fallen. Ein halber Sack ausgeworfenen Ballastes trat indess dieser Neigung wirksam entgegen und liess die Fluglinie langsam ansteigen. Die Fahrt ging in Richtung SW auf Tempelhof zu. Die Hoffnung, dass die Fahrtdauer eine längere werden würde, hatte zur Mitnahme eines Haarhygrometers geführt. Diese Hoffnung schwand aber mit dem wirklichen Herannahen des Gewitters, dem der Ballon entgegentrieb. Nachdem die höchste Höhe von 302 m, da wo die Ringbahn passirt wurde, erreicht war, konnten die ersten Blitze in der Kurslinie beobachtet werden.

Es war nicht zu beurtheilen, mit welcher Schnelligkeit sich das Gewitter nähern würde, dahingegen war es klar, dass der Ballon „Victoria“ mit nur $2\frac{1}{2}$ Säcken Ballast unter keinen Umständen dem Gewittersturm in den Lüften trotzen konnte. Die Niederschläge und die Abkühlung des Traggases würden ihn alsbald zum Fallen gebracht und eine in ihren Folgen unabsehbare Schleiffahrt nach sich gezogen haben. Herr Opitz lüftete daher das Ventil. Man verspürte Wind in diesem Moment, der von der Seite herzukommen schien. In der That wurde der Ballon von der geraden Richtungslinie auch etwas nach S abgelenkt. Er landete um 7 Uhr 20 Min. am Fusse des Schetzelberges zwischen Tempelhof und Mariendorf ohne Unfall auf einem Brachfelde. Während der Entleerung desselben zog das Gewitter herbei.

Was die Beobachtungen anbelangt, so kann ihnen bei der geringen Fahrtdauer und Fluglinie wohl kaum ein besonderer Werth beigelegt werden. Immerhin sollen sie hier für den sich Interessirenden wiedergegeben werden. Der Ballon hat in 20 Minuten 4 km zurückgelegt; seine Fahrgeschwindigkeit betrug also 3,3 m in der Sekunde. In dieser kurzen Zeit wurde an den Instrumenten Folgendes abgelesen:

---

*) Zur Berichtigung der in der Tagespresse über die Fahrt der „Victoria“ vom 27. Mai 1886 verbreiteten abenteuerlichen Mittheilungen. D. Red.

Zeit.	Barometer.	Thermometer.	Hygrometer.
6.59	749 mm	28 ° C	—
7.2	747 „	28 „	42 %
7.3	744 „	28 „	40 „
7.5	734 „	27 „	39 „
7.7	730 „	26 „	38 „
7.10	728 „	26 „	40 „
7.12	730 „	25½ „	41 „
7.14	732 „	25 „	41 „
7.17	736 „	25 „	—

Bei der Abfahrt stand das Barometer auf 755¾ mm. Auf dem Landungsplatze stand 7 Uhr 33 Min. das Barometer auf 757 mm, das Thermometer auf 28°.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Allgemeine Sport-Zeitung. Wochenschrift für alle Sportzweige. Herausgegeben und redigirt von Victor Silberer in Wien. No. 50 von 1885; No. 2, Nr. 9 und No. 20 von 1886.

Diese gegenwärtig im siebenten Jahrgang erscheinende, sehr reichhaltige und schön ausgestattete Wochenschrift hat seit einiger Zeit dem Luftschifffahrtswesen nicht in dem Maasse ihre Aufmerksamkeit geschenkt, wie dies früher der Fall gewesen. Der Grund hiervon mag vielleicht darin liegen, dass der Standpunkt, den der Herausgeber der „Allg. Sport-Ztg." in der Frage der Lenkbarmachung von Luftballons eingenommen und mit unleugbarem Geschick vertheidigt hat, durch die Erfindung der Kapitäne Renard und Krebs thatsächlich widerlegt und wenigstens in einer gewissen wesentlichen Beziehung als falsch erwiesen worden ist. Herr Silberer hat übrigens auch neuerdings die Möglichkeit, Luftballons lenkbar zu machen, noch entschieden in Abrede gestellt. So finden wir in No. 50 des Jahrganges 1885 seiner Wochenschrift einen Bericht über einen von ihm am 2. Dezember v. J. im Saale des niederösterreichischen Gewerbevereins zu Wien vor einem äusserst glänzenden Publikum, in welchem die Spitzen der österreichischen Militairbehörden, sowie die Gelehrtenkreise durch hervorragende Persönlichkeiten vertreten waren, gehaltenen Vortrag folgende Stelle:

„Als Einleitung seines Vortrages entwickelte Herr Silberer seine Ansicht über die Unmöglichkeit der Lenkbarmachung des Ballons und begründete dieselbe durch den Hinweis auf die diesfälligen, mannigfachen Versuche, welche er ausführlich besprach und welche insgesammt negative Resultate zu Tage förderten. Er führte an, dass nicht nur alle praktischen Aëronauten auf Grund ihrer Beobachtungen und Wahrnehmungen die Lenkbarmachung des Ballons für unmöglich halten, sondern dass auch hervorragende Gelehrte auf dem Gebiete der Physik die gleiche Ansicht vertreten und es sei nur zu bedauern, dass der gegenwärtige Ballon so wenig ausgenützt werde, weil man stets auf die Erfindung eines lenkbaren Ballons hoffe."

Dass die Versuche, Ballons lenkbar zu machen, „insgesammt negative Resultate" ergeben haben, ist nicht richtig. Wir verweisen in dieser Beziehung nur auf den von uns Seite 22 und flgde. des gegenwärtigen Jahrgangs abgedruckten

Bericht des Hauptmanns Renard. Ebenso unrichtig ist es, dass „alle praktischen Aëronauten“ die Lenkbarmachung des Ballons für unmöglich halten. Ein praktischer Aëronaut und zugleich Gelehrter von Bedeutung war Henri Giffard (gestorben 19. April 1882), der von der Möglichkeit der Lenkbarmachung so sehr überzeugt war, dass er nicht allein selbst Jahre lang darauf bezügliche Versuche gemacht, sondern auch, wie sich nach seinem Tode ergab, eine Million Francs bei einem Banquier zum Bau eines grossen Luftballons deponirt hatte, welcher durch Dampf- oder Gas-Kraft getrieben werden sollte. (Vergl. Obsèques de M. Henri Giffard, Paris 1882.) Praktische Aëronauten sind ferner Gaston Tissandier und Gabriel Yon. Beide sind stets von der Möglichkeit, Ballons lenkbar machen zu können, vollkommen durchdrungen gewesen und sind es noch heute. Herrn Silberers Meinung ist also unbedingt unhaltbar.

Herr Silberer hat in dem Vortrage auch seiner, am 1. August 1885 im Prater bei Wien eröffneten aëronautischen Anstalt Erwähnung gethan. Der Bericht sagt darüber jedoch nur:

„Herr Silberer führte ferner an, dass es seinen Bemühungen gelungen ist, dass nunmehr auch bei uns Ballons erzeugt werden können, während man in dieser Hinsicht früher stets nur auf das Ausland angewiesen war. Wie bekannt, hat Herr Silberer auch im Laufe dieses Sommers im Prater eine aëronautische Anstalt für wissenschaftliche und militairische Versuche errichtet und dieselbe den betreffenden Kreisen zur Verfügung gestellt und es wäre nur zu wünschen, dass hiervon ein ausgiebiger Gebrauch gemacht würde.“

Ueber die Einrichtungen etc. der Anstalt sind also noch immer keine Mittheilungen, wie wir solche schon im vorigen Jahrgange unserer Zeitschrift (S. 287) als wünschenswerth bezeichnet hatten, durch die Presse veröffentlicht worden. —

Wie wir ebenfalls im vorigen Jahrgange (S. 288) erwähnt hatten, sind von Herrn Silberer bei einer Ballonfahrt am 17. September v. J. Versuche im Photographiren von der Gondel aus gemacht worden. Das Ergebniss derselben war durchaus befriedigend. Nun waren mit einem in Wien erscheinenden photographischen Fachblatte einige Zeit nachher als Beilagen zwei sogenannte „Ballon-Photographien“ verbreitet worden, welche Herr Silberer als Kopien seiner photographischen Aufnahmen erkannte. In Folge dessen veröffentlichte Herr Silberer in No. 2 des gegenwärtigen Jahrgangs der „Allg. Sport-Ztg.“ eine Erklärung, worin er diese, ohne seine Zustimmung geschehene, also widerrechtliche Reproduktion seiner Aufnahmen in sehr scharfer Weise kritisirte. Dadurch fühlte sich der Redakteur des photographischen Fachblattes beleidigt und er machte deswegen bei dem Wiener Schwurgericht eine Ehrenbeleidigungsklage anhängig, welche am 12. Mai d. J. vor dem genannten Gericht zum Austrage kam, und, wie No. 20 der „Allg. Sport-Ztg.“ berichtet, nach elfstündiger Verhandlung mit Freisprechung des Herrn Silberer endete.

Die inzwischen erschienenen Nummern der „Allg. Sport-Ztg.“ enthalten sonst nichts auf die Luftschifffahrt Bezügliches ausser noch eines als Kuriosum in No. 9 abgedruckten Briefes an den Herausgeber der Wochenschrift. Der Briefschreiber, der mit der deutschen Rechtschreibung in heftiger Fehde lebt, hat sich eingebildet, einen Lenkungsapparat für Luftschiffe erfunden zu haben, und hat diesen Letzteren Herrn Silberer offerirt. Solche Schriftstücke hat der „Deutsche Verein zur Förderung der Luftschifffahrt“, besonders in der ersten Zeit seines Bestehens, in grosser Zahl erhalten.

W. A—n.

Meteorologische Zeitschrift. Herausgegeben von der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie und der deutschen meteorologischen Gesellschaft. Heft 3, März 1886.

Hann: Zur Kenntniss der Vertheilung des Luftdruckes auf der Erdoberfläche. Hoffmann: Phänologische Studien. Ihne: Karte der Aufblühzeit von Syringa vulgaris in Europa. Kleinere Mittheilungen: Luftfeuchtigkeit und Nachtfrost. — Kammermann: Die Vorausbestimmung des nächtlichen Temperatur-Minimums. — Ragona: Temperatur in der Sonne und im Schatten: Bei der höchsten Höhe der Sonne (60°) ergaben die Temperatur-Unterschiede in Modena nach einer von Professor Ragona aufgestellten Tabelle bei 9° C. bis 39° C. im Schatten, ein Plus von 21,5° C. bis 34,7° C. in der Sonne. Diese Beobachtungen weisen wieder darauf hin, wie sorgsam auch der Luftschiffer sein Thermometer vor den direkten Einwirkungen der Sonne zu schützen hat. wenn er nicht zu trügerischen Resultaten über die Lufttemperatur gelangen will. Es erscheint übrigens empfehlenswerth, dass auch die Luftschiffer diese Differenzen des Thermometers in der Sonne und im Schatten aufzeichnen und daher zwei dieser Instrumente im Korbe entsprechend anbringen. — Busch: Experimentelle Darstellung der Schäfchenwolken. Der Verfasser will betreffs der im vorigen Heft mitgetheilten Darstellung der Schäfchenwolken von Dr. Vettin bereits früher irgendwo ähnliche Mittheilungen gelesen haben und giebt Versuche an, welche er, dadurch angeregt, mittelst eines durch Reibung elektrisch gemachten Gummifederhalters mit Cigarrenrauch in der Stube angestellt hat. Hierbei haben sich die gleichen Resultate der künstlichen Cirrusbildung ergeben. — Ney: Vegetativer Wärme-Verbrauch und sein Einfluss auf die Temperatur-Verhältnisse. — Hann: Zum Klima von Rio Janeiro. — Gewitter-Untersuchungen im Königreich Sachsen. — Tibetanischer Vorläufer des Robinson'schen Anemometer. Dr. von Dankelmann macht hierunter die Mittheilung, dass die tibetanischen Windgebetmühlen im Ethnographischen Museum zu Berlin grosse Aehnlichkeit mit dem Robinson'schen Anemometer besitzen.

Mck.

Kleinere Mittheilungen.

— **Ueber Pattosien's Luftsegelschiff** schreibt uns einer unserer geehrten Mitarbeiter:

Die von Herrn Wm. Pattosien im XII. Heft des Jahrgangs 1885 gegebene Darstellung des Luftsegelschiffes beruht auf absolut richtigen Grundsätzen und wenn auch die Möglichkeit bestritten werden muss. dass ein so ausgeführtes Segelschiff sofort in die Praxis eingeführt werden könnte, so liegt der Grund hierfür nicht in dem falschen Prinzip — denn dieses ist richtig — sondern in der technischen Undurchführbarkeit.

Eine einfache Rechnung giebt zu erkennen, dass die Stärke des Windes, welche vorhanden sein müsste, um ein solches Schiff durch seine Kraft in die Luft zu heben, grösser sein muss, als er in der Regel zu Lande vorhanden ist. Es mag richtig sein, dass solche Brisen am offenen Meer die Luft beinahe immer in Bewegung setzen, aber am Lande ist das nicht der Fall. Windstärken von 5 bis 6 Meter per Sekunde, welche erforderlich wären, den Schiffsdrachen zu heben, sind am Lande nicht immer zur Disposition, und so würde ein solches Schiff durch den grössten Theil des Tages

zur Unthätigkeit verdammt sein; ein regelmässiger Gebrauch der Windkraft zur Hebung wäre aber auch dann nicht denkbar, wenn am Aufsteigeort wirklich der Wind mit dem erforderlichen Drucke vorhanden wäre, denn die Gruppirung unserer Erde lässt es nicht zu, dass der an einem Orte mit einer gewissen Stärke wehende Wind an allen Punkten, die das Luftschiff auf seiner Reise berührt, mit gleicher Kraft weht; jeder Berg erzeugt auf seiner dem Winde abgekehrten Seite Windstille, und sobald das Schiff eine solche Region passirt, würde die Möglichkeit eintreten, dass es durch die Gravitation zur Erde gedrängt wird.

Der Albatros bewegt sich immer in der gleich starken Brise und er ist, was nicht übersehen werden darf, spezifisch leichter als ein künstliches Luftschiff, wie es Pattosien sich denkt. Er braucht in Folge dessen auch nicht jenen grossen Winddruck, den Pattosien's Schiff in Anspruch nehmen muss, für ihn ist also die Möglichkeit, mit der Kraft des Windes zu segeln, in viel mehr Fällen vorhanden, als es bei einem so konstruirten verhältnissmässig sehr schweren Schiffe der Fall wäre. Will Herr Pattosien mindestens so wie der Albatros fliegen, so hat er die Vorbedingung zu erfüllen, dass auf den Quadratmeter seines Segelareales nicht mehr absolutes Gewicht entfällt, als es der Albatros besitzt, was nur dann möglich werden kann, wenn er das absolute Gewicht seines Schiffes durch Gasauftrieb entlastet, denn die Regulirung des spez. Gewichtes des Schiffes nach der vorhandenen Triebkraft — hier des Windes — ist eine Bedingung des Fluggesetzes.

Aber auch die Fluggeschwindigkeit von Herrn Pattosien's Schiff würde viel zu gross sein und kein Mensch würde im Stande sein, den Druck derselben zu überdauern. Beim Albatros ist das anders; dadurch, dass sein Leib ein grosses Volumen hat, hat er beim Durchdringen der Luft einen Widerstand zu bewältigen, der seine Fluggeschwindigkeit auf jenes Maass ermässigt, welches seinen Lebensfunktionen entspricht. Das Deplacement des Vogels bedingt seine Fluggeschwindigkeit und auch Pattosien's Schiff müsste in diesem Sinne Modifikationen erfahren.

Es geht daher nach unserer unmaassgeblichen Meinung kaum an, die Bewegung eines Luftschiffes allein auf die Kraft des Windes zu basiren. Ein Luftschiff muss unter allen Umständen eine Triebkraft besitzen, die es vom Landungspunkte weg hoch hebt, dann erst ist es in der Lage, die Naturkräfte, den Wind und sein gehobenes Gewicht im Sinne des Herrn Pattosien auszunützen. Die Fähigkeit, sich zu heben und auf jedem Punkt landen zu können, ist die „conditio sine qua non" des Luftschifffahrtswesens.

Aus diesem Grunde geht es auch nicht an, ein schweres, mit verstellbaren Segelflächen versehenes Luftschiff blos dadurch in Bewegung zu bringen, dass man es von einem hochgelegenen Punkt abfallen und in Wellen dahinfliegen lässt, weil die einmal begonnene Bewegung zwar verzögert, aber nicht gehemmt werden kann, und die Reibung während der Bewegung unter allen Umständen das Schiff wieder zur Erde bringt, von welchem Punkt aus es sich nicht mehr erheben könnte, wenn es nicht eine hebende Kraft mit sich führen würde.

In allen übrigen Ausführungen kann man sich gern mit Herrn Pattosien einverstanden erklären. Die Darstellung des Wellenfluges ist vorzüglich gegeben und ersichtlich dargelegt, dass der Vogel das Gesetz von der Erhaltung der Kraft zu seinen Zwecken auszunutzen versteht und dass es ganz und gar in der Hand des Menschen liegt, die Naturkräfte in der nämlichen Weise zu benutzen. P.

— **Aus New-York** erhielten wir unter dem 6. März d. J. von unserm Mitgliede Herrn Hauptmann A. von Brandis folgende Mittheilung:

„Ich habe im „Scientific American“ von älteren Jahren her ziemlich viel nachgespürt, weil dieses von jeher der Luftschifffahrt einige Aufmerksamkeit gewidmet hat. Der Versuch von Giffard im Jahre 1855 scheint gar nicht darin erwähnt zu sein, ist also hier auch sicherlich nicht zur Kenntniss gekommen.

Dahingegen fand ich einige Aufklärungen über Dr. Andrew's Versuchsfahrten in Perth Amboy 1863 und in New-York 1865 und 1866.

Der Bericht über die eine Fahrt vom 4. September 1863, bei welcher der Aërostat zwanzig Spiralwindungen etc. gemacht haben sollte, war im „Herald“ erschienen und aus diesem vom „Scientific American“ entnommen. Später wurde er in letzterem mit Entrüstung widerrufen.

Dr. Andrew hatte fünf Versuche gemacht, von denen einige anscheinend auf einem Fabrikhofe stattfanden, und ist dabei wirklich aufgestiegen, indess ohne irgend einen Erfolg von Bedeutung zu erlangen.

Zwei oder drei Jahre später stieg er mit seinem Drei-Zigarrenschiffe hier in New-York auf, will sich hier längere Zeit gegen den Wind gehalten und das Ostwasser überflogen haben; es war aber kein Erfolg. Der Hauptfehler war diesmal, dass er 3 Personen mitnahm, die offenbar durch auswerfbaren Ballast besser ersetzt gewesen wären. Er gab dann an, der Wind sei 25 miles = 11,2 m pro Sekunde gewesen, vermuthlich eine sehr beliebige Annahme. Die Wunderfahrt Dr. Andrew's von mehr als 120 miles pro Stunde Gewindigkeit am 4. September 1863 zu Perth Amboy darf demnach als eine Erfindung betrachtet werden.“ Mck.

— Mit Bezug auf den Aufsatz von Herrn Mewes **„Erklärung der Gravitations-Erscheinungen aus rein mechanischen Prinzipien“** in Heft 1 unserer Zeitschrift, geht uns von Herrn Graf Oscar Reichenbach in London folgende Mittheilung zu:

„Herr Rudolph Mewes führt in seinem Aufsatz — „Erklärung der Gravitations-Erscheinungen aus rein mechanischen Prinzipien“ — das Newtonsche Gesetz an: „Alle Theile der Materie ziehen einander an mit einer Kraft, welche den anziehenden Massen direkt, den Quadraten der Entfernung aber umgekehrt proportional ist,“ und bringt diesen Satz mit Herrn E. Dühring's Gesetz über die funktionelle Beziehung einer Kraft zu ihrer räumlichen Wirkungsgelegenheit als nothwendige Folge in Verbindung.

Es wird Mitglieder des Vereins und zumal Herrn Mewes vielleicht interessiren, dass dieses Gesetz in Bezug auf die einfache Schwerkraft bereits in einer 1844 in Charlottenburg bei Edgar Bauer erschienenen Schrift formulirt war: „Ist die Grenze des Körpers das Leere, findet also kein Zuwachs an Masse, an Kraft statt, so nimmt die Kraft des Körpers ab, wie die bei ihm konzentrisch gedachten Oberflächen an Grösse zunehmen.“ Ebenso später in einer 1857 bei Thomas in Philadelphia erschienenen Schrift: „Das Atom als ein mit Kraft begabter Raum wirkt räumlich, das ist umgekehrt gemäss der Oberfläche, auf der die Kraft sich auszudehnen hat. Da die Fläche, wenn sphärisch genommen, mit der Entfernung vom Mittelpunkte zunimmt wie das Quadrat dieser Entfernung, nimmt die Kraft in demselben Maasse ab.“ Auf Seite 6 der Schrift „The mechanical action of light by Dr. Crookes etc“ von O. Reichenbach wird Herr Mewes dasselbe finden: „The effect of matter on matter will take place

without „any mediation“ through vacuum, the vacuum diminishing the effect as the surface increases, over which the effect spread.“ *)

— **Neue Patente.** Im März sind wiederum zwei Patente auf lenkbare Luftschiffe publizirt worden, welche alle Details wunderhübsch durchdacht bringen, wenn dabei darauf Rücksicht genommen wird, dass die Patentbesitzer über die Praxis der Aëronautik nur wenig Erfahrungen besitzen. Die Hauptsache aber, um die es sich ja doch allein handelt, die Kraft nämlich, welche diese komplizirten Mechanismen in Bewegung setzen soll, wird, wie wir es ja bereits gewohnt sind, mit Stillschweigen übergangen. Man scheint in dem Worte „Maschine“ diese Kraft als vorhanden und als den vorliegenden Zwecken genügend betrachten zu müssen. Die Patente sind:

No. 34 852. Eugen Freudenreich, Falconnet in Nassville (Staat Tennessee U. S. A.). Neuerung an Luftschiffen.

No. 34 853. Dr. Martin Braun in Cape Vincent. (Jefferson Co., State of New-York. U. S. A.) Steuerungs- und Lenkvorrichtungen an Luftschiffen.

Wir verzichten darauf, diese Verirrungen eingehender zu besprechen. Arco.

Protokoll
der am 10. April 1886 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Oberlehrer Gerlach; Schriftführer: Dr. Jeserich.

Tagesordnung: 1. Vortrag des Herrn Lieutenant Moedebeck: Wollen und Können in Bezug auf längere Luftreisen; 2. Vortrag des Herrn Dr. Kronberg: Mittheilungen über Registrirapparate, welche geeignet sind, die Barometer- und Thermometerstände während der Ballonfahrt aufzuzeichnen; 3. Mittheilungen der technischen Kommission; 4. Geschäftliche Mittheilungen.

Als Mitglied wird mit Unterstützung des Vorstandes angemeldet Herr Hauptmann a. D. Beitelrock in München.

Herr Moedebeck betonte zunächst, dass die Aëronautik als eine Technik betrachtet werden müsse und ohne innige Vereinigung der Theorie mit der Praxis daher nicht gefördert werden könne. Er wies ferner darauf hin, dass solches nur durch freie Luftfahrten von langer Zeitdauer, bei welchen viele Beobachtungen gemacht werden müssten, geschehen könnte. Derselbe gab dann einen historischen Rückblick über die bisherigen Bestrebungen, längere Fahrten zu ermöglichen, und stellte dabei die Projekte der Theoretiker in ihrer Unausführbarkeit denen von praktischen Luftschiffern, wie Green, Coxwell u. A., ausgegangenen gegenüber. Zum Schluss ging der Vortragende auf die für längere Reisen erdachte Ballonkonstruktion des Hauptmanns Renard näher ein.

*) Es mag anbei erwähnt werden, dass Herr Graf Reichenbach die folgenden Bücher der Vereinsbibliothek zum Geschenk gemacht hat.

1. Two Planets beyond Neptune and the Motion of the Solar System. A Speculation by O. Reichenbach. London 1875.
2. The Mechanical Action of Light by Dr. Crookes F. R. S. &c., and former Speculations by O. Reichenbach. London 1876.
3. On some Properties of the Earth by O. Reichenbach. London 1880.
4. The Velocity of Light by O. Reichenbach. London 1883.
5. On some of the Remarkable Features in the Evolution of the Earth. A Lecture by O. Reichenbach. London 1884.

Herr Dr. Kronberg setzte auseinander, dass die Registrir-Apparate, welche auf den Wetterwarten verwendet werden, im Ballon nicht brauchbar seien; es müsste hierzu deren Konstruktion bedeutend modifizirt werden. So wünschenswerth eine Selbstregistrirung durch graphische Methoden sei, so schwierig sei dieselbe; die Apparate müssten kompendiös und gegen Erschütterungen wenig empfindlich sein und dabei doch sicher arbeiten. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, schlägt Redner mehrere Verbesserungen an den bekannten Apparaten vor, welche speziell auf kleine Kaptifballons für meteorologische Stationen berechnet sind. In der Diskussion, an welcher sich die Herren Gerlach, Moedebeck, Priess, Dr. Jeserich, Kronberg und Dr. List betheiligten, wurde allgemein die Wichtigkeit der Beobachtungen durch selbstregistrirende Apparate anerkannt, zugleich wurden aber auch die grossen Schwierigkeiten derselben hervorgehoben. Als das Zweckmässigste erscheinen Apparate, welche den Thermometer- und Barometerstand auf einer rotirenden Trommel photographisch aufzeichnen.

Sodann wurden durch Herrn Dr. Kronberg die der technischen Kommission übersandten Projekte besprochen:

1) ein mittelst Aether betriebener Motor von Herrn Zenker in Breslau,
2) ein Projekt vom Hauptmann Thumser in München,
3) ein Projekt von Herrn Platte in Wien.

Vor Schluss der Sitzung wird Herr Hauptmann a. D. Beitelrock in München zum Mitgliede proklamirt.

Protokoll
der am 15. Mai 1886 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt.

Vorsitzender: Dr. Müllenhoff; Schriftführer: i. V. Dr. Kronberg.

Tagesordnung: 1. Vortrag des Herrn Gymnasiallehrer Bott: Ueber Akkumulatoren; 2. Vortrag des Herrn Ingenieur Lilienthal: Ueber leichte Motoren; 3. Mittheilungen der technischen Kommission; 4. Geschäftliche Mittheilungen; 5. Besprechung wegen der von Vereinsmitgliedern zu unternehmenden Ballonfahrten.

Punkt 2 der Tagesordnung fällt aus, da der betreffende Vortragende behindert ist zu erscheinen.

Herr Gymnasiallehrer Bott giebt ein sehr anschauliches Bild von der Entwicklung der Akkumulatoren von Planté bis auf die neueste Zeit, ihrer Anwendung als Stromregulatoren bei elektrischen Lichtanlagen, ihrer Verwendung statt kleinerer galvanischer Elemente für Feuerzeuge, medizinische Zwecke u. s. w., sowie der chemischen Vorgänge, welche sich in den Akkumulatoren abspielen. Die grossen Erwartungen, welche man auf die Akkumulatoren als Motoren setzte, sind leider an ihrem geringen Nutzeffekt gescheitert.

In der Diskussion über diesen Vortrag, an welcher sich die Herren Regely und Buchholtz betheiligten, wurde noch der Akkumulator von Reckenzaun, sowie die Anwendung von Akkumulatoren speciell zur Lenkung des Ballons, wie sie Tissandier versuchte, und die zukünftige Bedeutung der Akkumulatoren als Fördermittel für Fabrik-Seilbahnen, als Motoren für elektrische Beleuchtung u. dergl. besprochen.

Von Seiten der technischen Kommission giebt Herr Dr. Kronberg einige Notizen aus den dem Vereine zugegangenen Briefen und Schriftstücken von den Herren Maschinenfabrikant Zenker in Breslau, Hauptmann a. D. von Brandis in New-York, Hauptmann a. D. Beitelrock in München und dem Generaldirektionsrath der k. k.

Oesterreich. Staatsbahnen, Herrn Platte in Wien. Herr Dr. Kronberg macht alsdann noch eine kurze vorläufige Mittheilung über die in neuester Zeit in Nordamerika fabrikmässig versuchte Darstellung des Aluminiums durch Reduktion von Thonerde mit Kohle im elektrischen Flammenbogen und die gegenwärtigen geringen Aussichten des Aluminiums als Gebrauchsmetall.

An der den letzten Punkt der Verhandlungen bildenden Besprechung der von Vereinsmitgliedern etwa zu unternehmenden Ballonfahrten zu wissenschaftlichen Zwecken betheiligen sich die Herren Müllenhoff, Priess, Moedebeck, Regely, Gerlach und Kronberg. Unser Mitglied, Herr Aëronaut Opitz, ist in diesem Jahre durch anderweitige Abmachungen zu seinem Bedauern behindert, seine regelmässigen Auffahrten von dem Etablissement „Neue Welt" aus gleichzeitig für wissenschaftliche Beobachtungen zur Verfügung zu stellen.

Schliesslich macht noch der als Gast anwesende Herr Maximilian Wolff einige Mittheilungen über die Ursachen des unglücklichen Ausgangs seines bekannten vorjährigen aëronautischen Unternehmens und über ein neues, für den Herbst dieses Jahres geplantes Unternehmen, bei welchem auch ein theilweise aus Aluminium hergestellter sehr leichter Gasmotor Verwendung finden soll.

Die Sitzung schliesst in animirter Stimmung erst gegen 11 Uhr, wonach ein ungezwungener Gedankenaustausch einen engern Kreis der Gesellschaft noch bis Mitternacht vereinigt hält.

Eine Spekulation.

Seit einer Reihe von Jahren hat Herr Civil-Ingenieur Albin Wald in Berlin vielfache Versuche gemacht, entweder die grössere Oeffentlichkeit oder einzelne, namentlich finanzkräftige Kreise für die Ausführung angeblich von ihm gemachter Erfindungen auf dem Gebiete der Luftschifffahrt zu interessiren. Zu diesem Behufe hat derselbe Flugblätter erlassen, sich an zahlreiche bekanntere Persönlichkeiten gewandt, auch die Tagespresse für sich zu gewinnen gesucht und im Jahre 1882 ein kleines Schriftchen unter dem Titel „Vollständige Reform der Luftschifffahrt und Programm zu deren praktischer Einführung" veröffentlicht. Wenn wir den Ausdruck gebrauchen: „angeblich gemachte Erfindungen," so stützen wir uns dabei auf die Thatsache, dass Herr Wald stets ängstlich bemüht gewesen ist, das Erfindergeheimniss zu wahren, so dass es unmöglich wurde, beurtheilen zu können, ob es sich bei seinen Arbeiten um wirklich neue Ideen handelte und welchen Werth eventuell die Letzteren besassen. Allerdings hat es Herr Wald niemals an Versprechungen grossartiger Leistungen fehlen lassen, aber weil dieselben in keiner Weise sachlich begründet wurden, waren sie nur im Stande, Misstrauen gegen die „Erfindungen" und den „Erfinder" selbst zu erwecken. In einem uns vorliegenden gedruckten „Memorandum betreffend die Erfindung absolut gasdichter, beliebig lenk- und steuerbarer Kriegs-Luftschiffe" heisst es beispielsweise:

„Vier- bis Fünfhundert Soldaten mit Sack und Pack schätze ich auf ungefähr tausend Centner, wodurch aber die mit Luftschiffen meines Systems erreichbare Tragfähigkeit nicht zur Hälfte erschöpft ist, so dass selbst Excellenz Moltke, sobald er meine Erfindung gründlich kennen gelernt hat, einräumen wird, dass mit Wald'schen Luftschiffen recht gut Bataillone oder gar circa tausend Mann nach nah und fern,

auch hunderte, ja tausende von Meilen weit zu transportiren sind. Auch haben bei meinen Luftschiffen die Truppen durch Wind und Wetter durchaus nicht zu leiden, indem die Fenster sowohl der Kajüten wie der Transporträume nach Belieben geschlossen gehalten und gegen sehr strenge Kälte die meisten Räume sogar zum Heizen eingerichtet werden können."

Dieses Memorandum ist datirt von Ende November 1881. Es liegt uns sodann ein autographisch vervielfältigtes Schriftstück vom März 1882 vor, worin unter Anderem wörtlich gesagt ist:

„Von den zahlreichen Vergnügungs- resp. grösseren Garten-Lokalen in und um ganz Berlin kann man dann 6 bis 8 zu Produktionen auswählen und Sonntags Nachmittags von 4 bis Abends 11 Uhr nach jedem dieser Lokale zweimal kommen und abfahren und von Station zu Station je eine Anzahl Personen, theils gratis, theils gegen Bezahlung mitnehmen. . . . . . . Ausserdem wird jedes meiner Luftschiffe so konstruirt, dass ungefähr 50 bis 100 Personen mitgenommen und in einer Woche grosse Touren gemacht werden können; so z. B. Sonntags in und um Berlin, Montag in Braunschweig und Hannover, Dienstag in Köln, Mittwoch in und um Paris (auch Versailles mit), Donnerstag in London, Freitag in Amsterdam, Sonnabend in Hamburg und Sonntag wieder in Berlin; denn Magdeburg und ähnliche, wie auch kleinere Städte können erst bei einer grösseren Anzahl von Luftschiffen berücksichtigt werden, wenn sie nicht zufällig nahe bei einer grossen Stadt liegen. . . . . . . Ganz früh kann man dann von Hannover nach Köln fahren, Nachmittags und Abends in und um Köln mit Kölner Personen die Produktionen vornehmen, früh 2 Uhr die etwa 8stündige Fahrt nach Paris beginnen und unterwegs, da dem Nationalgefühl jeden Volkes Rechnung getragen werden muss, für die deutsche Fahne die französische aufhissen. Nachmittags und Abends mit Pariser Personen die Produktionen in und um Paris und Versailles; am andern Morgen ca. 7stündige Fahrt über den englischen Kanal nach London, überm Kanal für die französische Fahne die englische aufhissen, Nachmittags und Abends Produktionen in und um London, am andern Morgen über den Nordsee-Arm, statt der englischen Fahne mit der holländischen nach Amsterdam. die Rundreisepassagiere absetzen, nach 4 Uhr Nachmittags mit Amsterdamer Personen nach Leyden, Haag, Rotterdam, wieder Haag, Rotterdam, Leyden, Amsterdam. Den andern Morgen ganz früh wieder mit deutscher Flagge nach Hamburg, mit Hamburger Personen das Schiff in und um Hamburg und Altona produziren und Sonntag früh wieder nach Berlin zurück, wo dann nach Anhängung eines riesigen Schildes tausend Fuss unter dem Schiffe rasch noch hoch über Berlin herum Reklame gefahren werden kann."

Besonders in dem autographirten Schreiben vom März 1882 hat Herr Wald auch eine ganz ausserordentliche Rentabilität in Aussicht gestellt; er erklärt dabei, er wäre nicht abgeneigt, einen stillen Theilnehmer mit grossem Kapital oder mehrere stille Theilnehmer mit beliebigen Einlagen zu nehmen, und er sei im Stande, ausser der üblichen Verzinsung eine feste Tantième von 100 Prozent zu garantiren.

Mit einem sehr langen Schreiben vom 21. Mai 1882 wandte sich Herr Wald an den damaligen Vorsitzenden des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, Dr. phil. Wilh. Angerstein, und forderte denselben auf — indem er wieder auf die 100 Prozent Tantième hinwies — „als Präses eines Komités für praktische Luftschifffahrt zu fungiren," d. h. mit andern

Worten, seinen Namen herzugeben, um damit für die Wald'schen Projekte zu agitiren. Seitens des Vereinsvorsitzenden erfolgte selbstverständlich eine entschieden ablehnende Antwort.

Die Art und Weise, wie Herr Wald sodann die Mittel zur Durchführung seiner Pläne sich zu schaffen gesucht hat, hat für ihn einige unangenehme Weiterungen zur Folge gehabt, auf die wir hier nicht näher eingehen wollen, und die ihrer Zeit in den Berliner Zeitungen erörtert worden sind.

Unter dem 21. Januar 1886 wandte sich Herr Wald abermals an Dr. Angerstein mit einem sehr langen Schreiben, welches als Kopf eine farbige Stempelung mit folgenden Worten trug: „Bureau für Einführung der praktischen Luftschifffahrt. Direktion: Civil-Ingenieur Albin Wald.“ Auch diese Zuschrift hatte den Zweck, den Adressaten zu veranlassen, sich der Wald'schen Projekte anzunehmen. Dem Schreiben war ein gedruckter Prospekt beigefügt, worin zur Theilnahme an einer Vereinigung aufgefordert wurde, die zunächst eine „Montgolfière mit festem und stabilem Unterbau“ herstellen lassen sollte. In diesen Prospekt waren zwei fachmännische Begutachtungen aufgenommen: ein Hof-Kunst-Schlossermeister und Mechaniker bescheinigte, er habe sich von der Vorzüglichkeit und der demnach auch zu erwartenden hohen Rentabilität der Erfindung überzeugt, und der Inhaber einer Lehrmittel-Werkstatt äusserte sich dahin, dass das Prinzip des Herrn Wald das einzig richtige sei, Luftfahrzeuge lenkbar herzustellen und damit nach vorher bestimmten Orten fahren zu können. Bei einem persönlichen Besuche, den Herr Wald dem Dr. Angerstein einige Tage nach Eingang des Briefes bei dem Letzteren machte, weigerte sich der Erfinder wieder, irgend welche nähere Mittheilungen oder auch nur Andeutungen über das Wesen seiner Erfindung zu geben und erhielt in Folge dessen abermals sofort die unbedingt ablehnende Antwort.

Inzwischen ist uns ein autographirtes Schreiben zu Händen gekommen, welches Herr Wald freilich wohl nicht für die Mitglieder des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt bestimmt haben mag, das wir aber zur Charakteristik des mehrgenannten Herrn, der bisher immer noch von manchen Seiten als ein Erfinder auf dem Gebiete der Luftschifffahrt ernst genommen worden ist, unsern Lesern im Wortlaute mittheilen wollen. Dasselbe trägt ebenfalls den Stempel: „Bureau für Einführung der praktischen Luftschifffahrt. Direktion: Civil-Ingenieur Albin Wald,“ und lautet:

Berlin, Anfangs Januar 1886.

P. P.

Wie Sie aus der ersten Seite der Anlage ersehen werden, soll der qu. Prospekt vor der öffentlichen Publizirung mindestens mit circa 40 Unterschriften achtbarer Herren versehen sein; ausserdem ist es nothwendig, dass die erforderlichen Unterschriften möglichst rasch zusammengebracht werden, damit der Bau der Montgolfière noch in diesem Winter beginnen kann und bis zum Anfang des Sommers vollendet ist. Da es mir selbst nun sowohl an Zeit wie an grösserer Bekanntschaft fehlt, so habe ich mich entschlossen, für Beschaffung entsprechender Unterschriften ein verhältnissmässig hohes Honorar zu gewähren, und weil die Besorgung einer

Unterschrift aus den besseren und höheren Ständen jedenfalls mehr Mühe und Wege verursachen dürfte, als eine solche aus den mittleren Ständen, so halte ich es für angemessen, auch das Honorar für Bemühung behufs Erlangung von Unterschriften verschieden hoch festzustellen, und wenn Sie Selbst (oder vielleicht ein Ihnen bekannter Herr) in entsprechenden Kreisen nicht nur gut bekannt, sondern auch geneigt sein sollten, zur baldigsten Beschaffung der qu. Unterschriften freundlichst mit behilflich zu sein, für welchen Fall selbstredend weitere Prospekt-Exemplare zu Diensten stehen, so würden Sie (oder der betreffende Herr) bekommen:

a) für jede Unterschrift achtbarer Herren oder Geschäftsfirmen aus den mittleren Ständen, je 50 Mk.;

b) für jede Unterschrift aus dem besseren Bürger- oder Beamtenstande, von gut renommirten Maschinenbau-Anstalten und sonstigen grossen Geschäfts-Firmen und von Lieutenants wie von anderen Herren mit leidlich guten Titeln etc., je nachdem à 100 bis 200 Mk.;

c) für jede Unterschrift eines Kommissions-, Kommerzien-, Regierungs- oder Geheim-Rathes oder eines Herrn mit anderm hohen Titel; für die Unterschrift eines gut bekannten städtischen, Regierungs- oder Königlichen Baumeisters; eines höheren Offiziers oder eines Herrn von gutem Adel etc., pro Unterschrift 250 bis 300 Mk., insoweit, als die betreffenden Unterschriften unter dem Prospekt mit zur Veröffentlichung kommen; dagegen werden Unterschriften von Subalternbeamten, von kleinen Gewerks- oder Geschäftsleuten u. s. w. für den Prospekt selbst nicht gewünscht und nicht honorirt.

Ausser den vorerwähnten Honoraren erhalten Sie von denjenigen Beträgen, die eventuell von den durch Sie zur Unterschrift beschafften Herren oder in Folge Ihrer sonstigen Bemühungen etwa von Anderen seiner Zeit an das Bankhaus gezahlt werden sollten, noch extra 5% Provision; die betreffenden Honorare, soweit Ihnen solche dann wirklich zustehen sollten, zahle ich 4 bis 6 Wochen nach erfolgter Inbetriebsetzung der Montgolfière, widrigenfalls Ihnen hiermit ausdrücklich das Recht zur Einklagung eingeräumt wird; bezüglich der Provision hingegen werde ich dem Bankhause bei dem Kontraktabschlusse hinsichtlich der Kassenverwaltung die Bedingung stellen, dass Ihnen nach erfolgter Einzahlung der etwa durch Sie vermittelten Betheiligungsverträge die 5prozentige Provision sofort ausgezahlt wird, und wenngleich die Herren durch das blosse Unterschreiben des Prospekts zu einer pekuniären Betheiligung durchaus nicht verpflichtet sind, so lässt sich doch hoffen, dass die Meisten bei Vorlegung der Zeichnungsscheine sich schon der hohen Prämien wegen mit einem grösseren oder kleineren Betrage an dem thatsächlich vortheilhaften Unternehmen betheiligen werden.

Da ich nicht nur Sie, sondern unter den gleichen Bedingungen auch noch verschiedene andere Herren um Besorgung von Prospekt-Unterschriften ersuche, so werden diejenigen Herren, welche bald und viele gute Unterschriften beschaffen, selbstredend auch viel verdienen; sollten mir indess im Ganzen mehr Unterschriften zugehen, so erhalten die Herren den Vorzug, die durch Baarbetheiligung oder in sonstiger Beziehung für das Unternehmen am vortheilhaftesten erscheinen; die Uebrigen können dann weder benutzt noch honorirt werden, und bemerke ich ausdrücklich, dass ich für die mir eventuell beschafften Prospekt-Unterschriften, welche ich in den Zeitungs-Inseraten nicht mit veröffentliche, auch keinerlei Honorar zahle, wovon Sie zur Vermeidung von Missverständnissen gefälligst Notiz nehmen wollen; ebenso kann ich für etwaige erfolglose Wege und Mühen keine Vergütung gewähren.

Bei dem unzweifelhaft grossen Aufsehen, welches die Pracht-Montgolfière schon durch das blosse Aufsteigen überall hervorrufen wird und muss, kann es gar nicht ausbleiben, dass bei günstiger Witterung stets zahlreicher Besuch stattfindet, und da dieselbe nur in Lokalen, welche mindestens 10, 12, 15 und mehr Tausend Personen zu fassen vermögen, zur Vorführung gebracht, unter 1/4 bis 1/2 Mark Entrée-Antheil pro Person aber nirgends aufgestiegen wird, so dürfte Ihnen einleuchten, dass die Entrée-Einnahmen an schönen Sonntagen jedenfalls 3, 4, 5 oder mehr Tausend Mark betragen werden und auch an schönen Wochentagen meist einige Tausend Mark zu erreichen vermögen, wo mir dann an und für sich, wie auch für weitere Montgolfièren Kapital genug zur Disposition stehen wird, um auch Ihnen gegenüber meinen Verbindlichkeiten nachkommen zu können, und brauchen Sie sich deshalb nicht im Geringsten zu ängstigen. —

Nochmals auf die im Prospekt abgedruckten fachmännischen Begutachtungen hinweisend, muss ich Sie dringend bitten, meine thatsächlich reale Erfindung nicht etwa mit den in den letzten Jahren mehrfach vorgekommenen unverantwortlich stümperhaften Luftschifffahrts-Versuchen zu verwechseln, zu welcher Bitte ich umsomehr gezwungen bin, wenn man besonders das leichtfertige Experiment bedenkt, wie zwei Herren, und zwar: ein „Mitglied des Deutschen Vereins zur Förderung (?!?) der Luftschifffahrt," Herr Ingenieur Wolff, *) und ein Seilermeister (Herr Wels), bei dem Velocipeden-Wettrennen am 14. Juni 1885, nach pomphaften Ankündigungen ein sogenanntes „lenkbares Riesen-Dampf-Luftschiff" steigen lassen wollten, in Folge unerhörter Berechnungs- und Verständnisslosigkeit jedoch die Hülle zwar sehr lang, freilich aber **so eng** gemacht hatten, dass dieselbe die zur Hebung erforderliche Quantität Gas nicht entfernt zu fassen vermochte, wo natürlich dann auch von einem Aufsteigen keine Rede war und sein konnte! —

Da ich zur Zeit in der Stadt und sonst noch viel zu thun habe, so bin ich nur früh von 8 bis 9 1/2 Uhr, und Abends meist von 6 1/2 Uhr an zu sprechen; trifft es aber hin und wieder ein Mal, dass ich erst gegen 10 Uhr Abends nach Hause komme, dann bin ich am nächsten Abend bestimmt von 6 1/2 Uhr an zu Hause.

Es wäre mir lieb, wenn mir recht **bald** auch von Ihnen, oder durch Ihre Güte von einem anderen Herrn, mindestens einige Unterschriften gewünschter Eigenschaft zugesandt würden, und wer jetzt, resp. bald, mir am Wirksamsten mit behilflich ist, dem dürfte ich künftig wohl noch mancherlei Annehmlichkeiten und Vortheile zuzuwenden vermögen, denn ehe noch einige Jahre vergehen, werde ich in den meisten Ländern und Erdtheilen einflussreiche Verbindungen und eigene Etablissements besitzen, so sehr Sie über diesen Ausspruch zur Zeit eventuell auch wohl noch lächeln dürften. Hochachtungsvoll

Civil-Ingenieur Albin Wald, S.W., Plan-Ufer 20, III rechts.
(Nahe am Halle'schen Thore.)

*) Wenn Herr Wald die Thätigkeit des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt durch die Einfügung seiner Frage- und Ausrufungszeichen bei dem Worte Förderung gewissermaassen einer Kritik unterzieht, so ist dies wohl begreiflich, nachdem er in dem genannten Vereine für sein „Entgegenkommen" bisher keine Gegenliebe gefunden hat. Was übrigens den Herrn „Ingenieur" Wolff betrifft, so ist zu bemerken, dass derselbe bereits 1882 aus dem Vereine ausgeschieden ist und dann vergebliche Versuche gemacht hat, in Berlin einen von ihm geplanten Ballonsport-Verein lebensfähig zu machen, ausserdem aber von Beruf keineswegs Ingenieur ist. D. Red.

Druck von Otto Elsner, Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Gneisenau-Strasse 28.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

V. Jahrgang. **1886.** **Heft VI.**

Der Luftwiderstand im Allgemeinen und in seiner besonderen Beziehung auf Luftschifffahrt.

Ein Vortrag, gehalten im Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien am 10. März 1886 von Friedrich Ritter v. Lössl, Oberingenieur a. D.

Hochverehrte Versammlung!

Wir Alle wissen, dass unser Erdball mit einer Hülle von atmosphärischer Luft umgeben ist, welche ihn allseits ziemlich gleichmässig bedeckt, und deren Dicke, oder, von dem festen Erdboden aus betrachtet, deren Höhe auf beiläufig 60 Kilometer zu schätzen ist.

Die gasförmig flüssige Masse der atmosphärischen Luft participirt gleich allen anderen irdischen Stoffen an der allgemeinen Gravitation und ruht deshalb auf der festen Erdrinde mit einem bestimmten Gewichtsdrucke auf, welcher, an den tiefsten Stellen des Erdbodens gemessen, durchschnittlich 1036 Gramm für jeden Quadratcentimeter oder 10 363 Kilogramm für jeden Quadratmeter beträgt. Die Luft ist auch wie andere Flüssigkeiten fortwährend bestrebt, jede Vertiefung und Höhlung, welche sich in ihrer Unterlage vorfindet, auszufüllen und mit dem besagten Gewichtsdrucke in alle leeren Räumlichkeiten einzudringen, so dass nur unter ganz besonderen Bedingungen ein wirklich luftleerer Raum bestehen kann. Indess vermag die Luft das auf der Erdoberfläche eingelagerte Wasser nirgends zu verdrängen, weil letzteres ein bedeutend grösseres specifisches Gewicht besitzt und deshalb die Luft von dem Wasser getragen wird und gewissermassen auf demselben schwimmt.

Das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft ist wie jenes von anderen gasförmigen Substanzen ein höchst geringes und dort, wo keine Kompression und Verdichtung derselben stattfindet, nahezu gleich Null. Die der Luft innewohnende Eigenschaft der vollkommenen Elasticität, sowie der unbegrenzten Ausdehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit bringt es indess mit sich, dass nur die obersten Schichten der Atmosphäre frei von Kompression und Verdichtung sind, die unteren aber unter der Anhäufung der darüberliegenden Massen derart belastet werden, dass sie eine entsprechende Zusammendrückung und Verdichtung erleiden. Das dabei stattfindende Verhältniss zwischen Druck oder Spannung und Volumen, respcktive Dichtigkeit, ist durch das Mariotte'sche Gesetz schon seit mehr als zwei Jahrhunderten vollständig klargelegt.

Wenn nun nächst der Oberfläche des Meeres aus der untersten und dichtesten Schichte der Atmosphäre, während des allgemeinen Luftdruckes von 10 363 Kilogramm per Quadratmeter und des Barometerstandes von 762 Millimeter, ein Kubikmeter Luft von 0 Grad Temperatur entnommen und im luftleeren Raume abgewogen wird, so zeigt derselbe ein Gewicht von 1 294 Gramm. Hingegen wiegt ein Kubikmeter Luft von gleichfalls 0 Grad Temperatur, wenn man ihn einer höheren Schichte der Atmosphäre, etwa in der Seehöhe von 200 Meter, z. B. in den oberen Bezirken der Stadt Wien, entnimmt, durchschnittlich nur mehr 1 262 Gramm, also um 32 Gramm weniger. Würde man ferners einen Kubikmeter Luft in der Seehöhe von 4 000 Meter, also auf einer sehr hohen Bergspitze, aus der Atmosphäre entnehmen und im luftleeren Raume abwägen, se würde derselbe nur mehr ein Gewicht von 784 Gramm, also um 510 Gramm weniger zeigen. Endlich könnte ein Kubikmeter Luft aus der obersten Schichte der Atmosphäre; in der Höhe von 60 Kilometer über der Erdoberfläche entnommen, nach dem Mariotte'schen Gesetze nur mehr 0,75 Gramm wiegen. Man nennt das Gewicht eines Kubikmeter Luft das Einheitsgewicht oder die Dichtigkeit derselben, wofür in physikalisch-mathematischen Formeln die Bezeichnung mit dem Buchstaben γ herkömmlich ist. Man sieht also, dass dieses γ durchaus keinen konstanten Werth repräsentirt, sondern je nach der atmosphärischen Höhenschichte, auf welche es sich bezieht, zwischen weiten Grenzen variabel ist. Ueberdies unterliegt die Dichte und das Einheitsgewicht (γ) der Luft noch einer bedeutenden Veränderung durch die Temperatur. Die Luft dehnt sich bekanntlich für jeden Grad Celsius um mehr als $^1/_3$ Procent ihres Volumens aus, und deshalb ist das Einheitsgewicht (γ) bei wärmerer Luft entsprechend geringer als bei kälterer.

Wir Menschen, die wir an dem festen Erdboden haften, haben es also mit einer Luftschichte zu thun, welche in Rücksicht verschiedener Niveau- und Temperaturverhältnisse ein Einheitsgewicht von durchschnittlich $1^1/_4$ Kilogramm besitzt. Wir befinden uns gleichsam auf dem Untergrunde eines 60 Kilometer tiefen gasförmig flüssigen Oceans und bewegen uns, ähnlich den

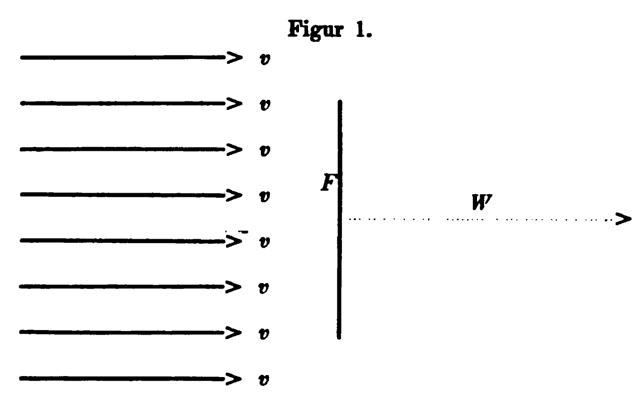
auf dem Untergrund eines Gewässers wohnenden Krebsen, ebenfalls inmitten eines Mediums, welches uns von allen Seiten einhüllt und sich derart an uns anschmiegt, dass es bei jeder unserer Bewegungen verschoben und auseinandergedrängt werden muss. Doch ist diese mechanische Arbeitsleistung, welche fortwährend zu vollbringen ist, fast völlig unfühlbar für uns, theils, weil wir ja daran gewöhnt sind, theils, weil das uns einschliessende Medium specifisch sehr leicht ist, indem es ein Einheitsgewicht von nur $1^1/_4$ Kilogramm besitzt, während Wasser, dessen Widerstand unserem Gefühle nicht entgeht, genau 800 mal schwerer ist, indem ein Kubikmeter desselben bei der Temperatur von 3,8 Grad Celsius 1000 Kilogramm wiegt. Den Widerstand der Luft empfinden wir nur dann, wenn unsere Bewegungen, oder auch die Bewegungen der Luft, mit hinlänglich grosser Geschwindigkeit stattfinden, oder wenn wir derselben mit Gegenständen von grosser Oberfläche entgegentreten. Es ist hierbei für die mechanische Wirkung ganz gleichbedeutend, ob eine Fläche bewegt wird und die Luft stille steht, oder ob die Fläche stille steht und die Luft sich dagegen bewegt, oder ob eine beiderseitige Bewegung mit differirender Geschwindigkeit stattfindet: die bei dem Zusammentreffen eintretende Kraftäusserung wird immer in gleicher Weise fühlbar werden. Man ist gewohnt, in dem Falle, als die Fläche still steht und die Luft sich bewegt, statt der Benennung Luftwiderstand sich des Ausdruckes Luftstoss oder Windstoss zu bedienen, oder auch den Luftwiderstand als eine entweder passive oder aktive Leistung des Luftstosses zu bezeichnen. Der mechanische Inbegriff bleibt immer der nämliche.

Alle Erscheinungen und Wirkungen, welche durch das blosse Gefühl des Menschen nicht genügend zu beobachten und aufzuklären sind, können selbstverständlich auf dem Wege der wissenschaftlichen Forschung, des Experiments und der technischen Erfahrung genauer ermittelt und systematisch festgestellt werden.

Da die richtige Erkenntniss der passiven und aktiven Leistungen des Luftwiderstandes für die Vorgänge in der Natur und für eine Menge technischer Vorrichtungen von hoher Bedeutung ist, so hat es bei allen gebildeten Nationen seit dem Beginn physikalisch wissenschaftlicher Forschungen nicht an Experimentatoren gefehlt, welche dem Studium des Luftwiderstandes, respektive Luftstosses, oblagen und die gewonnenen Resultate veröffentlichten. Es würde zu weit führen, die Namen aller dieser Forscher, welche besonders zahlreich in Frankreich auftreten, hier anführen zu wollen. Es möge genügen zu sagen, dass die Resultate bis herab zu dem Vater der modernen theoretischen Mechanik, Julius Weisbach, beträchtlich von einander abweichen, und, was neben den Fortschritten aller anderen Wissenschaften geradezu erstaunlich klingt, auch seitdem zu keiner allgemein anerkannten exakten Lösung des Problems geführt haben. Die meisten deutschen Handbücher der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik benützen zur Bestimmung des Luftwiderstandes oder Luftstosses die von Weisbach acceptirten mathematischen Formeln, obgleich

dieser Autor selbst in seinem berühmten Lehrbuch den Ausspruch beifügt, dass „das Gesetz des Windstosses nicht vollständig bekannt ist, und deshalb die von ihm angegebenen Formeln und Koëfficienten nur auf Näherungswerthe führen".

Figur 1.



Zunächst handelt es sich immer darum, den Luftwiderstand für eine rechtwinkelig gegen das unbegrenzte Luftmedium bewegte oder rechtwinkelig von der bewegten Luft getroffene Fläche durch eine mathematische Grundformel richtig auszudrücken, nämlich so, dass der fragliche Widerstand aus gegebenen bestimmten Factoren berechnet werden kann.

Die Auffindung einer solchen Formel, oder vielmehr die experimentelle Kontrole und Bestätigung ihrer Richtigkeit wurde fortwährend durch die ganz ausserordentlichen Schwierigkeiten beirrt und gehemmt, mit welchen diesbezügliche Experimente unausweichlich verbunden sind.

Wie diese Widerstands-Grundformel nunmehr, zufolge der neuesten genauen Untersuchungen, als sichergestellt und deren völlige Uebereinstimmung zwischen Theorie und Experiment als gefunden erscheint, ist sie zugleich die allereinfachste. Sie lautet:

$$\text{Widerstand oder } W = F\, v^2\, \frac{8}{9{,}81} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(I)}$$

Hierdurch wird der Luftwiderstand in Kilogramm angegeben, wenn die Buchstaben folgende Bedeutung haben:

F Das Ausmass der Fläche in Quadratmetern,

v^2 die zweite Potenz der Geschwindigkeit, mit welcher die Fläche und die Luft zusammenstossen, in Secunden-Metern,

$\frac{\gamma}{9{,}81}$ das dem Barometer- und Thermometerstande entsprechende Einheitsgewicht der Luft in Kilogrammen, getheilt durch die Acceleration der Schwere.

Obwohl mit diesen selbstverständlichen Factoren allen physikalisch-mathematischen Anforderungen theoretisch genügt ist, so haben doch frühere Autoren hierzu noch eines weiteren Faktors zu bedürfen geglaubt, nämlich eines Koëfficienten, welcher

den Zweck hatte, die Formel mit den durch Experimente thatsächlich gefundenen Widerstandsgrössen in Einklang zu bringen, so wie man sich auch bei Berechnung von Maschineneffekten für die Praxis der sogenannten Erfahrungskoëfficienten bedient, um die durch Nebenumstände entstehenden Kraftverluste zu berücksichtigen. Der Werth des Koëfficienten wurde zufolge verschiedener Beobachtungen sehr verschieden angegeben. Derselbe ist bald grösser, bald kleiner als 1, manchmal auch nicht constant, sondern nach Massgabe der Grösse oder Form der betreffenden Fläche variabel. Bei Weisbach ist derselbe mit $\frac{1,86}{2}$ beziffert, so dass bei ihm die erwähnte Grundformel lautet $W = \frac{1,86}{2} F v^2 \frac{7}{9,81}$, wodurch das Rechnungsresultat gegenüber der einfachen Grundformel nur ein klein wenig, nämlich um 7 Procent, abgeschwächt wird Die Richtigstellung dieses Koëfficienten und die wirkliche Nothwendigkeit seiner Einführung entbehrt, wie schon angedeutet, jeder theoretischen Grundlage. Das Experiment aber, welches hierüber endgiltig und unzweifelhaft zu entscheiden berufen wäre, ist, wie gesagt, mit so grossen Schwierigkeiten verbunden und ist so vielen Fehlerquellen ausgesetzt, dass hiedurch die widerspruchsvolle Verschiedenheit und folgerichtige Unverlässlichkeit aller früher aufgestellten Lehrsätze sehr wohl erklärlich wird. Noch viel wichtiger als der fragliche Koëfficient ist eine andere Modifikation der Grundformel, welche bei der Erläuterung des auf eine schiefgestellte Fläche auffallenden Luftstosses zur Sprache kommen soll. Auch hierüber wurde von jeher ein besonders lebhafter wissenschaftlicher Streit geführt, welcher zum Theil noch jetzt fortdauert und im Grunde ebenfalls auf den grossen Schwierigkeiten des fehlerfreien Experimentirens beruht.

Um ein Urtheil über die erwähnten Schwierigkeiten zu ermöglichen, sei es erlaubt, auf eine generelle Erörterung solcher Experimente einzugehen, durch welche die Wirkung der gegen eine Versuchsfläche gerichteten Luftbewegung sicher beobachtet und genau gemessen werden soll.

Am Einfachsten scheint die Aufgabe beim ersten Anblicke dadurch lösbar zu sein, dass man eine zweckentsprechend gestaltete Versuchsfläche an ein Rollwerk befestigt und auf einer geraden Bahn gegen die ruhende Luft vorwärts treibt, indem man durch Antriebs- oder Zuggewichte beliebige Geschwindigkeiten erzielt und dann aus dem Betrage der verwendeten Gewichte die Grösse des überwundenen Luftwiderstandes entnimmt. Hierbei müssten nun aber die in dem Apparate und Rollwerke auftretenden mitunter sehr variablen Reibungs- und Luftwiderstände im Voraus vollständig ermittelt werden, was für deren überwiegende Einflussnahme kaum mit der nöthigen Schärfe ausführbar ist. Ferner müsste die Laufbahn selbst sehr lang sein, weil im Anfange der Bewegung erst die Ueberwindung der dem Antriebsapparate, dem Rollwerke und der Versuchsfläche selbst innewohnenden Trägheitsmomente abzuwarten wäre, bevor eine gleichbleibende Geschwindigkeit bei gleichbleibender Gewichtswirkung eintreten und die Beobachtung eines stetigen Vorganges beginnen kann. Im Freien lässt sich die ganze Vorrichtung absolut nicht in Anwendung bringen, weil dort auf eine stillstehende Luftumgebung niemals gerechnet werden kann, und in einem geschlossenen Gebäude würde die hieraus sich ergebende Kürzung der Bahnlänge nur allzu flüchtige Beobachtungen gestatten. Endlich würde die in grosser Nähe der Versuchsfläche befindliche Bahnkonstruktion die für richtige Beobachtungen vorausgesetzte Unbegrenztheit des zu durchdringenden Luftmediums

stören und zu wesentlich falschen Ergebnissen führen. Auf diesem Wege können also die benöthigten scharfen und entscheidenden Beobachtungsdaten nicht gewonnen werden, und es wurde derselbe, meines Wissens, noch von keinem Experimentator eingeschlagen.

Ein anderes Verfahren, welches schon öfters angewendet wurde, besteht darin, den natürlichen Windstoss auf eine dagegen aufgerichtete Versuchsfläche wirken zu lassen, wobei die Fläche durch ein Gewichts- oder Federwerk in ihrer Stellung festgehalten wird, so dass aus dem hierzu nöthigen Gewichte oder der sich ergebenden Biegung der stützenden Federn auf die vom Windstosse ausgeübte Wirkung geschlossen werden kann. Aber auch hierdurch lassen sich keine verlässlichen Resultate gewinnen, hauptsächlich deshalb, weil die Geschwindigkeit des natürlichen Windes in jedem Augenblick wechselt, und diese Geschwindigkeit selbst a priori nicht hinlänglich genau gemessen werden kann.

Ein ähnliches Verfahren wurde vor kurzer Zeit in England durchgeführt, wobei eine dem natürlichen Winde entgegengestellte Wand mit einer grossen Anzahl von Barometern dicht behängt wurde, deren jeder mittelst eines künstlichen Registrirwerkes den von dem Winddrucke verursachten Stand markirte. Aber auch in diesem Falle war wegen unzureichender Kenntniss der richtigen Windgeschwindigkeit kein genaues Resultat zu erhalten.

In einem anderen Falle wurde, ebenfalls in England, wie die Jahrbücher der dortigen aëronautischen Gesellschaft berichten, mit Zuhilfenahme einer Dampfmaschine und einer Gebläsemaschine ein künstlicher Luftstrom gegen eine Versuchsfläche getrieben, um den Betrag der hervorgebrachten Stosswirkung mittels eines die Fläche stützenden Federwerkes zu ermitteln. Die Geschwindigkeit des Luftstromes wurde durch Rechnung bestimmt und durch einen Anemometer kontrolirt. Dieses Verfahren ist wohl an und für sich gar zu laienhaft. Denn man konnte namentlich nicht wissen, wie viel von dem Inhalte des Luftstromes wirklich auf die Versuchsfläche stiess, und was den Anemometer betrifft, so ist jedem dieser Instrumente nur eine beiläufige Richtigkeit beizumessen, weil behufs seiner richtigen Konstruktion das genaue Verhältniss zwischen Geschwindigkeit und Stosswirkung der Luft schon hinlänglich bekannt sein müsste, was bis in die jüngste Zeit nicht der Fall war und eben den Gegenstand der Untersuchung bildete.

Von allen Verfahrungsmethoden ist wohl jene am leichtesten auszuführen, bei welcher die betreffende Versuchsfläche gegen die stillstehende Luft in einem Kreise herumgetrieben wird, um aus den für verschiedene Geschwindigkeiten benöthigten Gewichten auf den von der Luft geleisteten Widerstand zu schliessen. Dieses Verfahren ist in der That von den meisten französischen und deutschen Physikern in Anwendung gebracht worden; jedoch haben dieselben die von ihnen ausgeführte Konstruktion des Apparates und die damit vorgenommene Manipulation, wovon doch die Schärfe der Beobachtungsresultate abhängt, fast niemals näher beschrieben. Ich selbst habe mit dieser Verfahrungsweise sehr viele Experimente angestellt, und habe bei zunehmender Kenntniss der in derselben verborgenen Fehlerquellen die Konstruktionsart öfters modificirt und möglichst zu vervollkommnen getrachtet. In der Hauptsache besteht ein solcher Apparat aus einer aufrechtstehenden, in mechanisch rein gearbeiteten Lagern drehbaren Welle, von welcher nach entgegengesetzten Richtungen zwei thunlichst lange Arme horizontal auslaufen. Die äusseren Enden dieser Arme sind dazu vorgerichtet, um dort Versuchsflächen oder Versuchskörper von verschie-

dener Grösse und Gestalt in beliebiger Stellung befestigen zu können. Die Drehung der aufrechten Welle geschieht mittels zweier Fäden oder Drähte, welche auf der Welle aufgewickelt sind und in entgegengesetzten Richtungen horizontal zu je einer Rolle gespannt sind, jenseits welcher an sie je ein Antriebsgewicht angehängt ist. Indem man diese Gewichte ablaufen lässt und die aufrechte Welle in Drehung versetzt, werden die an den Enden der Arme befestigten Versuchsobjekte gegen die ruhende und unbegrenzte Luft in einem verhältnissmässig grossen Kreise vorwärts getrieben. Da die Länge des Kreises bekannt ist, so lässt sich die Bewegungsgeschwindigkeit mittelst eines Sekundenwerkes genau bestimmen, und ebenso aus den angehängten Gewichten der auf den Antrieb der Versuchsobjekte entfallende Druckquotient. Wenn man vor jeder Serie von Experimenten den leeren Apparat, d. i. die aufrechte Welle mit den Horizontalarmen, jedoch ohne Versuchsobjekte, ablaufen lässt und hierbei diejenigen Taragewichte konstatirt, welche für den Leergang des Apparates, d. i. zur Ueberwindung aller in demselben auftretenden Reibungs- und Luftwiderstände für verschiedene Geschwindigkeiten erforderlich sind, so kann man dann mit Sicherheit auch diejenigen Nettogewichte konstatiren, welche nach Befestigung der Versuchsobjekte für deren besonderen Luftwiderstand bei verschiedenen Geschwindigkeiten beansprucht werden. Um das Verhältniss zwischen Tara- und Nettogewicht nicht ungünstig zu gestalten, resp. um eine höchst subtile und empfindliche Druckabwägung zu sichern, ist es nöthig, alle beweglichen Bestandtheile des Apparates aus thunlichst leichtem Materiale zu konstruiren und statt massiver Metallstäbe sich dünnwandiger Metallröhren zu bedienen. Auch hat es sich für die Erlangung mehrfacher genügend scharfer Beobachtungsdaten als unerlässlich herausgestellt, mehrere Apparate der gleichen Konstruktionsart in verschiedenen Grössenformaten zu besitzen, um sie je nach der Grösse der Versuchsobjekte zu benützen und bei den kleinsten Objekten eine Gewichtsbestimmung bis in die Bruchtheile eines Grammes zu ermöglichen.

Bei aller auf die Apparatkonstruktion verwendeten Sorgfalt behalten jedoch die schon erwähnten Fehlerquellen, vor welchen der Experimentator sich zu hüten hat, ihre volle Bedeutung.

Dahin gehört vor Allem der Umstand, dass jedes in der Kreisbahn herumgetriebene Versuchsobjekt an seinem äusseren Rande eine grössere Weglänge zurücklegt, als an seinem dem Kreismittelpunkte zugewendeten Rande. In Folge dessen ist das Objekt verschiedenen Bewegungs- und Stossgeschwindigkeiten der Luft ausgesetzt, und es ist daher für jede Versuchsfläche und jeden Versuchskörper vorerst das richtige Geschwindigkeits- und Stossmittel zu berechnen, welches wegen der in Wirkung tretenden zweiten Potenz des Geschwindigkeitfaktors keineswegs mit dem Schwerpunkte des Objektes zusammenfällt. Wegen dieser ziemlich komplicirten Berechnung muss man daher schon bei der Formgebung der Objekte bestrebt sein, jeder desfallsigen etwa unlösbaren Schwierigkeit aus dem Wege zu gehen.

Bei Flächen, welche in schiefer Stellung dem Luftstosse entgegengetrieben werden, kann das Beobachtungsresultat wesentlich dadurch beirrt werden, dass die Ränder der Fläche nicht genügend messerartig zugeschärft sind, wonach dann ausser dem auf die Fläche selbst fallenden Luftstosse auch der Stirnwiderstand der Randdicke mitgemessen wird.

Eine sehr ausgiebige Fehlerquelle ergiebt sich dadurch, dass der Experimentator das Einheitsgewicht (γ) der Luft als eine konstante Grösse mit 1 294 Gramm

(oder nach Weisbach mit 1 250 Gramm) gelten lässt. Das Einheitsgewicht ist nur während eines Barometerstandes von 762 Millimeter und bei einer Temperatur von 0 Grad 1 294 Gramm. Hier in Wien auf der Seehöhe von 200 Meter ist es, wie schon früher erwähnt, durchschnittlich 1 262 Gramm, und da die betreffenden Experimente schwerlich jemals bei 0 Grad Temperatur unternommen werden, bei Annahme einer Temperatur von 15 Grad Celsius nur 1 193 Gramm. Hierin liegt der Grund, dass die nämlichen Experimente, abgesehen von ihrer prinzipiell ungenauen Grundlage, so oft sie an verschiedenen Orten oder bei verschiedenen Barometerständen und Temperaturen an dem nämlichen Orte ausgeführt werden, jedesmal zu anderen Ergebnissen führen, so dass man schliesslich sich genöthiget findet, nach variablen Koëffizienten oder Exponenten zu suchen, durch welche die mathematische Luftwiderstandsformel mit jenen Ergebnissen in Einklang gebracht werden soll. Dies ist auch auf dem Gebiet der Ballistik der Fall, wo ebenfalls bezüglich des Luftwiderstandes mit einem konstanten und nicht dem jeweilig wechselnden Luftgewichte gerechnet wird. Es ist durchaus nothwendig, vor jedem Experimente den Stand des Barometers und Thermometers zu beobachten und das wirkliche Einheitsgewicht der Luft genau festzustellen.

Endlich ist anzuführen, dass alle Experimente, bei welchen die Versuchsobjekte gegen die Luft vorwärts getrieben werden, nur dann richtige und mit der Grundformel übereinstimmende Resultate liefern können, wenn die den Versuchsapparat umgebende Luftmasse unbegrenzt ist und wirklich stille steht. Es muss daher der Raum nächst der Bewegungsbahn von allen Seiten frei gehalten werden und darf weder durch die Nähe von Wänden oder des Bodens und Plafonds, noch durch andere Gegenstände oder durch den Körper des Experimentators selbst beengt sein. In diesem Falle könnte die Luft nicht allseits frei ausweichen und würde stellenweise längs der beengenden Gegenstände in eine fortschreitende Parallelbewegung gerathen, wodurch der Betrag des Luftwiderstandes sofort eine erhebliche Alteration erlitte und die nur für ein unbegrenztes und ruhiges Luftmedium giltige Grundformel niemals ihre experimentelle Bestätigung finden könnte. Will man mit Versuchsflächen in der Grösse von 2 Quadratmetern fehlerfrei operiren, so gehört hierzu erfahrungsmässig ein leerer Saal von wenigstens 10 Meter Weite und 6 Meter Höhe.

Ich habe mir erlaubt, die hauptsächlichsten Fehlerquellen so ausführlich darzustellen, damit es deutlich ersichtlich sei, welche aussergewöhnliche Vorsicht und Subtilität zur Erlangung gleichbleibender und verlässlicher Resultate nöthig ist, und warum bezüglich des Luftwiderstandsgesetzes bis in die jüngste Zeit differirende Ansichten auftauchen und fortbestehen konnten.

Ich werde mir erlauben, aus den bestehenden differirenden Daten nur diejenigen festzuhalten, welche durch meine eigenen Untersuchungen bestätigt sind.

Die wirkliche Ausrechnung des rechtwinkeligen Luftwiderstandes ergiebt beispielsweise die folgenden Resultate:

Wenn bei einem Barometerstand von 762 Millimeter und der Temperatur von 0 Grad die Geschwindigkeit des Luftstosses 1 Sekundenmeter beträgt, ist die Druckwirkung für jeden Quadratmeter der Fläche 132 g,

bei der Geschwindigkeit von 2 Sekundenmeter 528 „

„ „ „ „ 5 „ 3,3 kg,

bei der Geschwindigkeit von	10 Sekundenmeter	13,2 kg,
„ „ „ „	15 „	29,7 „
„ „ „ „	20 „	52,8 „
„ „ „ „	25 „	69,3 „
„ „ „ „	40 „	211 „

Es tritt also bei zunehmender Geschwindigkeit (v) eine sehr bedeutende Progression des Widerstandsverhältnisses ein, indem der Widerstand bei 25 Sekundenmeter Geschwindigkeit 525 mal grösser ist, als bei 1 Sekundenmeter. Die letzte Geschwindigkeit von 25 Sekundenmeter entspricht der Schnelligkeit eines Eisenbahnschnellzuges oder eines der heftigsten Sturmwinde, welcher 90 Kilometer in der Stunde zurücklegt.

In der Baukunde nimmt man gewöhnlich an, dass aufrechtstehende, nicht besonders exponirte Gebäudeflächen dem Winddrucke einen Widerstand von wenigstens 75 bis in maximo 125 Kilogramm pro Quadratmeter zu leisten haben.

Rechnet man nach der Formel den Gesammtwiderstand, welchen bei einem Sturme von 25 Sekundenmeter z. B. eine freistehende, der Windrichtung rechtwinkelig zugewendete Gebäudefront von 50 Meter Länge und 20 Meter Höhe zu leisten hat, so ergeben sich nicht weniger als 69 300 Kilogramm oder rund 69 Tonnen. Davon entfällt auf jedes etwa 3 Quadratmeter haltende Fenster ein Druck von 209 Kilogramm, welcher Druck jedoch für gewöhnlich wegen des dahinter befindlichen eingeschlossenen Luftkörpers nicht gefährlich wird.

Es können aber auch in unseren Gegenden an besonders hierzu geeigneten Orten einzelne Windstösse die Geschwindigkeit bis zu 40 Sekundenmeter annehmen, in welchem Falle dann ein Widerstand von 211 Kilogramm pro Quadratmeter zu leisten ist. Aehnliche Winddrücke wurden bei Borastürmen in der Karstgegend, namentlich von Herrn Professor Schön konstatirt, so dass hierdurch Eisenbahnwaggons in's Schwanken und dem Umsturze nahe gebracht werden können. Als während des Sturmes am 10. Dezember 1884 auf einem Damme der Wien—Aspang-Bahn wirklich mehrere Wagen umgestürzt wurden, ergab sich durch Berechnung, dass die 15 bis 16 Quadratmeter haltende Breitseite eines solchen Wagens in rechtwinkeliger Richtung einen Winddruck von 3 300 Kilogramm, also per Quadratmeter von 206 bis 220 Kilogramm empfangen haben müsse, was also einer momentanen Luftgeschwindigkeit von 40 Sekundenmeter entspricht.

Wenn Sturmwinde auf die Stirnseite eines Eisenbahnzuges treffen und zufällig die Richtung der Fahrt eine entgegengesetzte ist, so können Druckwirkungen eintreten, welche den grösseren Theil der Zugkraft der Lokomotive absorbiren.

Im Kleinen lässt sich die Erscheinung des Luftwiderstandes leicht erkennen, wenn man ein horizontal liegendes Blatt Papier in senkrechter Richtung zu Boden fallen lässt. Hierbei verhindert der auf die untere Blattseite wirkende Luftwiderstand, dass die Geschwindigkeit des Falles weiter zunimmt,

als bis zwischen dem Gewichte des Papiers und der gesetzmässigen Widerstandswirkung das Gleichgewicht des Druckes eintritt. Die Grundfläche eines Blattes der „Neuen Freien Presse" hält circa 1 500 Quadratcentimeter. Das Gewicht desselben beträgt cirka 8 Gramm. Weil nun der Widerstand der Luft bei der Fall-, resp. Bewegungsgeschwindigkeit von 0,636 Sekundenmeter sich ebenfalls mit 8 Gramm berechnet, so kann dieses Blatt aus jeder beliebigen Höhe nicht schneller herabfallen, als mit der Geschwindigkeit von 0,636 Sekundenmeter. Bei einer Fallhöhe von 2 Meter bedarf es also eines Zeitraumes von beiläufig 3 Sekunden. Würde dieses Blatt nicht durch die Luft, sondern durch einen luftleeren Raum zu Boden fallen, so würde es mit einer zehnmal grösseren Endgeschwindigkeit, nämlich mit 6,3 Sekundenmeter ankommen und nur eines Zeitraumes von 0,6 Sekunden bedürfen.

Aehnlich verhält es sich mit einem Fallschirm. Wenn derselbe einschliesslich des Gewichtes eines Menschen 100 Kilogramm wiegt und seine Fall- resp. Endgeschwindigkeit auf 5 Sekundenmeter eingeschränkt werden soll, so bedarf er hiezu einer gegen die Bewegungsrichtung rechtwinkelig eingestellten Quadratfläche von 30,3 Quadratmetern, was einem Durchmesser von 6,25 Meter entspricht. Es wird dann zufolge der Grundformel der Luftwiderstand ebenfalls 100 Kilogramm betragen und eine 5 Sekundenmeter übersteigende Fallbeschleunigung nicht eintreten; immer unter der Voraussetzung, dass der Barometerstand 762 Millimeter und das Einheitsgewicht der Luft 1 294 Gramm sei. Die Fallgeschwindigkeit von 5 Sekundenmeter ist ebenso gross wie bei einem Menschen, welcher aus einer Höhe von $1^1/_4$ Meter zu Boden springt oder fällt. Zur grösseren Sicherheit nimmt man gewöhnlich den Durchmesser mit 7 bis 8 Meter.

Aus den jüngsten Versuchen hat sich, im Gegensatze zu mehrfach verbreiteten Meinungen, die interessante Thatsache ergeben, dass Vertiefungen und Höhlungen, welche in einer ebenen Fläche angebracht sind, an dem Luftwiderstande keine Aenderung hervorbringen. Selbst wenn eine dem Luftstrome entgegengestellte Fläche vollständig ausgehöhlt ist, wie z. B. eine halbe Hohlkugel, zeigt sich der nämliche Widerstand, wie bei einer ebenen Fläche, insolange nämlich, als die Ränder der Fläche genau rechtwinkelig zur Bewegungsrichtung stehen und kein Luftstrahl direkt auf eine konkave Innenwand der Höhlung gerichtet ist. Die in der Höhlung eingeschlossene Luft bleibt in diesem Falle ruhend und verhält sich neutral zu der ausserhalb vor sich gehenden Bewegung, indem sie gewissermassen nur eine Ergänzung der defekten Oberfläche bildet. Sie befindet sich übrigens in einer der äusseren Luftstosswirkung entsprechenden Kompression und Verdichtung.

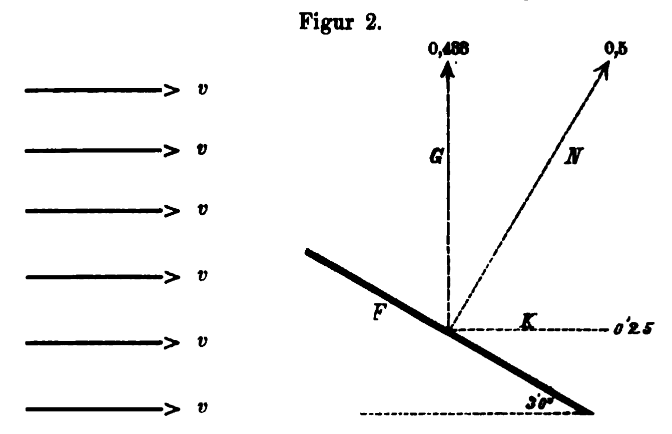
Bis jetzt war nur von Flächen die Rede, welche der Richtung der Luftbewegung rechtwinkelig entgegengestellt sind, und wir kommen jetzt zu denen, welche in schiefer Stellung mit dem Luftstrome zusammentreffen. Selbstverständlicher Weise muss in diesem Falle die Wirkung des Stosses, resp. der zu leistende Widerstand schwächer sein. Wenn der Schiefstellungswinkel der Fläche mit α bezeichnet wird, so findet die Abschwächung nach Mass-

gabe von sin α statt. Man muss also zur Berechnung des nunmehrigen Widerstandes in die mehrerwähnte einfache Grundformel den weiteren Faktor sin α einsetzen. Dieser Widerstandsbetrag ist dann derjenige, welchen die Fläche, obwohl schief von dem Luftstrome getroffen, in rechtwinkeliger oder normaler Richtung zu leisten hat. Die Formel des Normalstosses oder Widerstandes lautet also:

$$N = F \sin \alpha\, v^2 \frac{\gamma}{9{,}81} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{(II)}$$

Frägt man aber, wie gross der Widerstand sei, welchen die Fläche nicht in normaler Richtung, sondern in der Richtung der Luftströmung zu

Figur 2.



leisten habe, so ist hierfür nach dem Gesetze der Kraftkomponenten noch einmal der Faktor sin α einzusetzen, so dass nunmehr die Formel für den direkten oder Parallelstoss und Widerstand lautet:

$$K = F \sin^2 \alpha\, v^2 \frac{\gamma}{9{,}81} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{(III)}$$

Und frägt man endlich, wie gross der Widerstand sei, welchen die Fläche im rechten Winkel zur Richtung der Luftströmung zu leisten habe, so ist statt des letzteren sin α die andere Kraftkomponente cosin α einzusetzen, wonach dann die Formel für den Seitenstoss oder Widerstand lautet:

$$G = F \sin \alpha \operatorname{cosin} \alpha\, v^2 \frac{\gamma}{9{,}81} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{(IV)}$$

Es ist dabei zu bemerken, dass der in der Formel für den Normalstoss N eingesetzte Faktor sin α von jeher ein strittiger war. Viele Autoren, darunter auch Weisbach, nehmen an, dass sin α in der zweiten Potenz stehen müsse, also $\sin^2\alpha$. Andere sogar halten die noch höhere Potenz $\sin^3\alpha$ für richtig, und noch Andere haben zwischen den ganzen Zahlen 1, 2 und 3 liegende Potenzen als entsprechend gefunden oder die Potenz von sin α als einen von der Grösse des Winkels α abhängigen variablen Werth bezeichnet. Solche in die Formel des Normalwiderstandes eingeführte Faktoren gingen dann folgerichtig auch in die Formeln für den direkten Widerstand K und den Seitenwiderstand G über und hatten in der Hauptsache zur Folge, dass die Wirkungen des Luftstosses nach jeder Hinsicht mehr oder weniger zu niedrig berechnet wurden.

Zufolge meiner eigenen experimentellen Untersuchungen muss ich die Formeln,

wie sie soeben aufgestellt wurden, als die theoretisch und experimentell alleinig berechtigten aufrechterhalten. Jedoch ist es mir mit Hilfe der angewendeten Versuchsapparate nicht gelungen, für die Winkel α, auch wenn sie sehr spitzig sind, d. i. weniger als 5 Grad betragen, vollkommen evidente experimentelle Beweise zu schaffen.

Um nun an die früheren Beispiele anzuknüpfen, wobei das rechtwinkelige Zusammentreffen einer Fläche mit der Luftströmung exemplificirt wurde, setzen wir jetzt den Fall, dass eine Fläche unter dem Winkel von 30 Grad getroffen werde. Sonach wird jeder Quadratmeter der Fläche in normaler Richtung gemessen nur mehr 0,5, d. i. die Hälfte des früheren Widerstandes, zu leisten haben, dann, in der direkten Richtung des Luftstromes gemessen, 0,25, d. i. ein Viertel des früheren Betrages, endlich in der seitlichen Richtung, nämlich rechtwinkelig zur Luftströmung gemessen, 0,433 des früheren Betrages. Jene Gebäudefront also, welche bei dem Sturmwinde von 25 Sekundenmeter Geschwindigkeit einen Gesammtwiderstand von 69 Tonnen zu leisten hat, wird, wenn der Sturm unter dem Winkel von 30 Grad schief auffällt, in normaler Richtung nur 34½ Tonnen Widerstand zu leisten haben.

Das Gesetz des direkten oder parallelen Luftwiderstandes findet Anwendung bei der Konstruktion von Exhaustoren, Ventilatoren und ähnlichen Mechanismen, sowie auch bei den schraubenartig wirkenden Flügelwerken, mittelst deren man die Vorwärtsbewegung kleiner Fluggegenstände und in sehr beschränktem Maasse auch der Luftballons zu Stande brachte.

Das Gesetz des Seiten-Widerstandes bildet die Grundlage zur Konstruktion der Windmühlflügel und der Vertikal-Windräder oder Windmotoren. Es wird z. B. die Fläche einer Windradsprosse, wenn sie zufällig unter dem Winkel von 30 Grad schief gegen die Windrichtung steht, einen auf die Umdrehung des Rades wirkenden Seitendruck empfangen, welcher 0,433 desjenigen vollen Widerstandes ausmacht, welchen die Sprosse bei rechtwinkeliger Stellung zu leisten hätte. Am grössten ist der Seitendruck, wenn die Sprosse unter dem Winkel von 45 Grad schief steht.

Besonders interessant sind die Vorgänge bei Flächen, welche mit Einhaltung eines bestimmten Schiefstellungswinkels frei dem Luftstrome überlassen werden, wie dies z. B. bei einem Papierdrachen der Fall ist. Wird einem solchen Drachen, welcher den Flächenraum von 2 Quadratmeter besitzt, mittelst seiner Befestigung an der Haltschnur ein vertikaler Neigungswinkel von 20 Grad ertheilt und erhalten, so ergiebt sich Folgendes. Bei einer Luftgeschwindigkeit von 5 Sekundenmeter hat er in der Luftströmungsrichtung einen parallelen oder direkten Widerstand von 0,772 Kilogramm zu leisten. Dazu beträgt der Seitendruck, welchen er rechtwinkelig zur Luftströmung, d. i. in vertikaler Richtung auf seiner Unterseite empfängt, 2,122 Kilogramm. Das Gewicht des Drachens sammt Halteschnur und sonstigen Anhängseln darf also, wenn er nicht herabfallen soll, nicht grösser sein, als 2,122 Kilogramm. Würde die Windgeschwindigkeit 10 Sekundenmeter sein, so ergiebt sich der direkte Widerstand mit 3,089 Kilogramm und der verti-

kale Druck oder Auftrieb mit 8,487 Kilogramm, d. h. das Gewicht des Drachen dürfte sogar mehr als 8 Kilogramm betragen. In diesen Rechnungen ist indess die Dicke des vorderen Randes, welcher noch einen besonderen Widerstand leistet, nicht berücksichtigt, so dass in Wirklichkeit der direkte Widerstand etwas grösser ausfällt; und ebenso ist das in höheren Luftschichten und bei höherer Temperatur geringere Einheitsgewicht (γ) der Luft nicht in Betracht gezogen, weshalb in Wirklichkeit der Auftrieb und das erlaubte Eigengewicht des Drachen sich entsprechend kleiner zeigen werden

Analog zu den Vorgängen bei einem Papierdrachen ist der Flug eines Vogels zu beurtheilen, wenn er mit ausgebreiteten Flügeln und Schwanzfedern gewissermassen als schiefe Fläche durch die Luft dahinschiesst. Es besteht hinsichtlich des Widerstandes nur der mechanisch gleichgiltige Unterschied, dass der Drache stillsteht, während die Luft sich bewegt, und andererseits der Vogel durch eigene Kraft sich vorwärts bewegt, während die ihn umgebende Luft als stillstehend anzusehen ist.

Eine gewöhnliche Taube besitzt ein beiläufiges Gewicht von 0,3 Kilogramm und bei ausgebreiteten Flügeln und Schwanzfedern eine Fläche von 0,075 Quadratmeter. Wenn bei ihrem Dahinschweben oder Streichen ihr Gewicht von der Luft, deren Einheitsgewicht wir zu 1,1 Kilogramm annehmen, in horizontalem Niveau getragen und am Herabsinken gehindert werden soll, so bedarf die Taube bei einer Neigung der Körperfläche im Winkel von 5 Graden einer Eigengeschwindigkeit von 20,3 Sekundenmeter, bei einem Neigungswinkel von 10 Graden einer Eigengeschwindigkeit von 14,5 Sekundenmeter, von 10 Graden einer Eigengeschwindigkeit von 10,5 Sekundenmeter, von 45 Graden einer Eigengeschwindigkeit von 8,5 Sekundenmeter. Ohne die entsprechende Geschwindigkeit ist ihr das Schweben in der Luft eine Unmöglichkeit.

(Schluss folgt.)

Ueber die Kraftquelle und Grösse der mechanischen Arbeit beim Fliegen der Vögel.

Von **Rudolf Mewes.**

Ueber die Grösse der Flugarbeit ist seit Borelli bis auf die neueste Zeit von den Naturforschern vielfach hin und her gestritten worden. Borelli und mit demselben alle diejenigen, welche sich ihm anschliessen, glauben, dass der Vogel zum Fliegen eine ganz bedeutende Kraft entwickeln müsse, während die Beobachtungen über die Muskelkraft der Vögel von Marey und anderen Forschern gerade die entgegengesetzte Ansicht als berechtigter erscheinen lassen, weil eben auf Grund jener Beobachtungen die Muskeln der Vögel verhältnissmässig keine grössere Arbeit leisten können, als diejenigen der Säugethiere und daher thatsächlich eine so bedeutende Kraft, wie Borelli für den Vogelflug erforderlich hält, nicht zu liefern im Stande sind. Borelli und seine Anhänger können freilich mit Recht für die Richtigkeit ihrer Ansicht die Thatsache anführen, dass ein Vogel, der mit rapider Geschwindigkeit die Luft durchschneidet, ein sehr beträchtliches Quantum Kraft in

der Form von Massengeschwindigkeit — denn Massengeschwindigkeit ist ja nur eine Kraftform — aufweist oder, was vielleicht richtiger sein dürfte, aufgespeichert hat; die Gegner Borelli's ziehen aus der nicht minder gesicherten Thatsache, dass die Vögel nur eine geringe Kraft zu leisten vermögen, den allerdings logisch etwas gewagten Schluss, dass die Grösse der Flugarbeit ebenfalls eine geringe sein müsse. Dieser Schluss ist durch die soeben erwähnte Thatsache widerlegt, dass ein schnell fliegender Vogel eine nicht unbedeutende Kraft aufweist; andererseits ist aber auch jene Behauptung, dass der Vogel eine sehr bedeutende Kraft leisten könne, durch die angeführten Beobachtungen über die Muskelkraft der Vögel als falsch nachgewiesen. Da also eine bedeutende Kraft beim Fluge thatsächlich wirksam ist, bezüglich wird, der Vogel dieselbe aber selbst nicht leisten kann, so muss ihm der Ueberschuss einer solchen Kraft über die eigene Muskelkraft von einer äusseren Kraftquelle zugeführt oder abgegeben sein, denn „ex nihilo nil fit."

Diese äussere Kraftquelle ist der Wind. Namentlich die Vögel des Geiertypus, also die sogenannten Segler, verstehen denselben beim Fluge mit ausserordentlicher Geschicklichkeit und in ausgiebigster Weise auszunutzen. In welcher Weise die Segler, unter denen die Möven und Sturmvögel durch ihre Segelfertigkeit sich besonders auszeichnen, die Kraft des Windes beim Fliegen sich dienstbar zu machen wissen, findet man in Herrn Dr. Karl Müllenhoff's Abhandlung „die Grösse der Flugflächen" und in der Arbeit Herrn Pattosien's über „die Theorie des Luftsegelns", namentlich mit Rücksicht auf die praktische Ausführung des Segelfluges durch den Menschen in der eingehendsten Weise erörtert und beschrieben. Aus dieser durch Beobachtung gefundenen Thatsache, dass die Vögel auch die Kraft des Windes zum Fliegen benutzen, glaube ich den Schluss ziehen zu müssen: die bisher allgemein als richtig anerkannte und auch von Herrn Dr. Müllenhoff in seiner Arbeit über „die Grösse der Flugarbeit" vertretene Ansicht, dass nämlich „die während des Fluges verrichtete mechanische Arbeit „nur" geleistet werden kann, wenn eine entsprechend grosse Menge von chemischer Spannkraft verbraucht wird," — ist mindestens einseitig (cf. Z. d. V., Jahrg. IV, S. 263). Die endgültige Entscheidung über diese Frage kann jedoch nur dadurch gegeben werden, dass man durch Beobachtung sowohl die Nahrungsmenge, welche ein Vogel täglich verzehrt, als auch die täglich von demselben geleistete mechanische Flugarbeit genau ermittelt. Aus den so erhaltenen Zahlenwerthen wird man ersehen, wieviel der Vogel beim Fliegen an mechanischer Arbeit durch eigene Kraft leistet und wieviel er der Kraft des Windes dabei verdankt.

Da nun jedoch meines Wissens die Beziehung der Verbrennungswärme der in einem Tage von einem Vogel aufgenommenen Nahrungsmittel zu dem Wärmewerth der in derselben Zeit geleisteten mechanischen Arbeit noch nicht experimentell ermittelt ist, so werde ich an dieser Stelle die allgemeinen Resultate benutzen, welche in dieser Hinsicht bei den Säugethieren sich er-

geben haben, um so wenigstens ein durch Analogie einigermassen begründetes Urtheil über die schwebende Frage zu erlangen. Der geniale Begründer unserer modernen Physik, der 1878 verstorbene Heilbronner Arzt Robert Mayer, gelangte in seiner berühmten Abhandlung vom Jahre 1845: „Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel", mit Hülfe seines mechanischen Grundgesetzes und auf Grund der Beobachtungsthatsachen von Lavoisier und Liebig zu dem Resultate:

„1. Der Mehraufwand, den der arbeitende Organismus an Konbustibilien macht, reicht, auch wenn man das Plus der erzeugten Wärme im Auge behält, vollkommen aus, um die Produktion der mechanischen Effekte auf natürlichem Wege zu erklären.

2. Der von dem angestrengt thätigen Säugethier zu mechanischen Zwecken verwendete Kohlenstoff wird als Maximum kaum $^1/_5$ vom Totalaufwande betragen. Die übrigen $^4/_5$ werden zur Wärmebildung verbraucht."

Die Säugethiere verwandeln also höchstens 20% der Verbrennungswärme der aufgenommenen Nahrungsmittel in mechanischen Effekt, also nur wenig mehr, als die bestkonstruirten Dampfmaschinen oder Gasmotoren, während die übrigen 80% durch Wärmeausstrahlung oder auch durch chemische Reduktionsprocesse verloren gehen. Für die Vögel dürfte das Verhältniss des Wärmewerthes der geleisteten Arbeit zu der gesammten Verbrennungswärme der aufgenommenen Nahrung wegen der etwas höheren Bluttemperatur und der darum gesteigerten Wärmeabgabe sich sicherlich nicht günstiger gestalten, als dies bei den Säugethieren der Fall ist. Nehmen wir daher vorläufig als annähernd richtig an, dass auch bei den Vögeln nur 20% der aufgenommenen Nahrung in mechanische Leistung umgesetzt werden können. Demgemäss würde beispielsweise ein 5 kg schwerer Albatros, um sich zu einer Höhe von 200 Metern zu erheben, mit Einschluss der verloren gehenden Wärme $\frac{5 \cdot 200}{425} \cdot 5 = 11,76$ Wärmeeinheiten gebrauchen.

Diese Wärme entspricht der Verbrennung von 0,00392 kg Kohlenstoff; für ein einmaliges Erheben bis zu der angegebenen Höhe muss also ein Albatros allein schon 0,008 kg Nahrung verbrauchen, wenn dieselbe 50% Kohlenstoff enthält und wenn der Flügelmechanismus 100% Hubkraft liefert, was freilich unbedingt um das Doppelte zu hoch angenommen sein dürfte. Indessen hat der Albatros ausser dieser einmaligen Hubarbeit die konstant ihn zur Erde zurückziehende Schwerkraft zu überwinden, welche wegen des erheblichen Gewichtes des Vogels ziemlich beträchtlich ist. Würde derselbe auch diese Gegenkraft lediglich durch seine Muskelkraft, d. h. also durch den mechanischen Kraftwerth der genossenen Nahrung überwinden müssen, so würde die Menge der letzteren, weil erstlich nur 20% der Verbrennungswärme derselben mechanisch nutzbar werden und jene Gegenkraft beim Albatros trotz seines grossen Segelareals pro Sekunde doch mindestens 5 . 5 = 25 kg beträgt, eine

so grosse werden, dass der Vogel sie nicht so schnell zu verdauen im Stande wäre. Denn da die gemachte Annahme mit dem wahren Sachverhalt höchst wahrscheinlich sehr nahe übereinstimmt, müsste der Albatros, wenn er durch eigene Kraft eine solche Arbeit leisten sollte, in der Stunde mindestens $^1/_6$—$^1/_4$ kg Nahrung, pro Tag also 4—6 kg verzehren, täglich demnach etwa gerade so viel, als sein Körpergewicht beträgt. Abgesehen davon, dass eine solche Gefrässigkeit selbst für den an sich schon schnell verdauenden Vogel abnorm und unwahrscheinlich ist, spricht noch mehr der Umstand, dass gerade bei diesem Vogel, wie überhaupt bei den Vögeln vom Segeltypus, die Muskelkraft verhältnissmässig keine grössere als bei den Säugethieren ist, recht deutlich dafür, dass er allein mittelst der chemischen Spannkraft der genossenen Nahrungsmittel nicht so schnell, lange und ausdauernd fliegen kann. Ein 500 kg schweres Pferd vermag in kräftigem Futterzustande in einer Sekunde 75 kg einen Meter hoch zu heben, also etwa $^1/_7$ seines Gesammtgewichtes. Der Albatros kann demnach, da seine Muskelkraft pro kg Muskulatur nicht stärker als beim Pferde ist, in einer Sekunde etwa auch nur $^1/_7$ seines Gesammtgewichtes, also noch nicht einmal 1 kg, einen Meter hoch heben, d. h. 1 kg nutzbare mechanische Arbeit hervorbringen. Durch seine eigene Kraft kann der Albatros darum nicht fliegen, sondern nur durch Zuhülfenahme einer äusseren Kraft, nämlich der Kraft des Windes. Herr Pattosien hat dies mit Recht in dem oben angeführten Aufsatze betont und gleichzeitig darauf hingewiesen, dass für die Ausnutzungsweise der Windeskraft durch den Albatros die Gesetze des Pendels massgebend sind. Dies gilt wirklich nicht nur für die Bewegungsweise der Säugethiere nach den bekannten Untersuchungen Webers, sondern in principiell gleicher Weise auch beim Fliegen der Vögel, wie ja auch Herr Pattosien durch die Beobachtung bestätigt gefunden hat. Die Kunst jeder Bewegungsweise besteht eben in der höchsten Ausnutzung der einmal aufgewandten Kraft in der Weise, wie dies bei dem schwingenden Pendel geschieht. Doch möchte ich auf diesen Punkt jetzt noch nicht näher eingehen.

Zum Schluss will ich nur noch bemerken, dass ein Vogel um so mehr mechanische Arbeit selbst zu leisten hat, ein je schlechterer Segler er ist. Dies glaube ich wenigstens aus vorstehenden Bemerkungen mit ziemlicher Sicherheit folgern zu dürfen. Indessen quantitativ exakt zu ermitteln, wie gross bei den verschiedenen Vögeln erstlich die durch den Vogel selbst zu liefernde Muskelarbeit ist, wie gross zweitens die Kraft des Windes ist, welche der Vogel durch sein Segelareal und seine Geschicklichkeit sich dienstbar macht, dazu bin ich leider nicht im Stande, weil ich eben derartige Messungen und Beobachtungen aus Mangel an geeigneten Exemplaren und Apparaten nicht anstellen kann. Wenn derartige Beobachtungen noch nicht gemacht sein sollten, würde ich mich freuen, wenn ich durch vorstehenden Aufsatz die Anregung dazu geben könnte.

Ueber das Projekt, den Ballon ohne Motor mit Hilfe einer Segelfläche am Gondelringe und eines Belastungsseiles zu lenken.

Von **Hermann Moedebeck.**

Das in Heft V dieses Jahrgangs mitgetheilte Projekt des Herrn Platte schliesst sich eng an die Theorie des Professors Wellner in Brünn an, nämlich durch Steigen und Fallen, unter Zuhilfenahme schiefer Ebenen, einen in seiner Richtung bestimmten Segelflug des Ballons zu erreichen. Gewiss lässt sich der Richtigkeit der Theorie nichts entgegenhalten, wie es sich aber schon bei dem Versuch mit dem Wellner'schen Ballon im Jahre 1883 zu Berlin gezeigt hat, ist es schwierig, in der Praxis Grössen- und Kraftverhältnisse in dieselbe Harmonie zu versetzen, welche sie unter den normalsten Verhältnissen beim Experiment im Kleinen besassen. Fehlerquellen, die in letzterem Falle unmerklich waren, geben zuweilen Veranlassung, von der praktischen Durchführung eines Projektes im Grossen Abstand nehmen zu müssen, weil es zu umfangreicher und kostspieliger Vorversuche bedürfen würde, zunächst die alsdann hervortretenden, vielerlei wissenschaftlich-technischen Fragen zu erledigen. Freilich lässt sich auch deswegen nicht gleich die Möglichkeit der Ausführung verneinen, man hat aber wohl die Berechtigung, die Lösung als eine zweifelhafte betrachten zu dürfen.

Um auf den Vorschlag des Herrn Platte näher einzugehen, dürfte wohl zunächst angenommen werden, dass die Ausführung des Segelapparates am Ballonringe keine schwierige Aufgabe wäre. Dann möchten wir aber zunächst die Frage aufstellen, wie lang das Belastungsseil sein sollte. Der Luftschiffer Green, welcher zuerst die Anbringung eines derartigen Taues am Ballon als automatische Entlastung beim Fall und zur Erschwerung des Schleifens angebracht wissen wollte, hat einmal bei einem Projekt, den atlantischen Ozean mit dem Ballon zu kreuzen, ein solches in der Länge von 600 m angenommen. Die gewöhnliche Flughöhe des Ballons liegt meist über 600 m und wächst proportional der Zeitdauer der Fahrt. Abgesehen davon, dass das Gewicht eines so langen Seiles nur von sehr grossen Ballons getragen werden könnte, wie sie unsere Praktiker nicht besitzen, möchte also das Funktioniren des gesammten Apparates sehr bald in Frage gestellt sein. Eine andere Sache ist die, ob es überhaupt möglich ist, ein Tau bei den einfachen Mitteln, deren sich der Aëronaut nur bedienen kann, in der genügenden Geschwindigkeit einzuziehen. Ohne Maschine würde das nicht angängig sein; man muss bedenken, dass der auf der Erde ruhende Theil des Taues eine ganz bedeutende Reibung verursacht, welche zu dem Gewicht desselben noch hinzuaddirt werden muss, um die Grösse der zu leistenden Arbeit vollständig ermessen zu können. Wenn der Ballon in seiner Gleichgewichtslage stehen bliebe, bis das genügende Gewicht eingeholt wäre, würde die Möglichkeit eines derartigen Wellenfluges schon wahrscheinlicher werden. Das kann er aber keineswegs; er wird durch die Aufnahme des Gewichts zum Sinken veranlasst, welches anfangs langsam vor sich geht, dann unter dem Einfluss

des Schlaffwerdens der Hülle und ferner der Fallbeschleunigung bis zu einem gewissen Grade an Schnelligkeit wachsen wird. Letztere wird schliesslich das Einholen des Taues übertreffen. Die Bewegung des Ballons wird durch den Luftwiderstand und durch das allmähliche Sichniederlegen des schlaff gewordenen Entlastungstaues eine gleichförmige und langsame, an ein Hochkommen wäre aber nicht zu denken. Ein anderer Umstand, der beachtet werden muss, ist das fortwährende Drehen des Ballons. Die Stellung der Segelfläche zur Kursrichtung wäre also nicht festzuhalten und die Falllinie würde anstatt der gewünschten Kurve wohl eine Schraubenlinie werden.

Es sind ja im Vorliegenden nur Hypothesen gegeben, welche aus Beobachtungen in der Praxis abgeleitet sind. Die Praxis hat vor Allem die aërostatischen Verhältnisse des Luftballons zu berücksichtigen und wird sich sicherlich niemals einlassen auf die Annahme eines mechanischen Beiwerks, welches erstere mit Nothwendigkeit stören muss. Damit soll das Projekt des Herrn Platte nicht angegriffen werden. Es ist immerhin möglich, dass der Gedanke bezüglich der dagegen aufgestellten Bedenken eingehender erwogen und damit der Praxis näher geführt wird. Unsere Pflicht aber gebeut uns, auf jene Punkte aufmerksam zu machen, um die Vollendung herbeizuführen.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Allgemeine Sport-Zeitung. Wochenschrift für alle Sportzweige. Herausgegeben und redigirt von Victor Silberer in Wien. 1886, No. 26.

Herr Victor Silberer hat mit seinem Ballon „Vindobona“ am Pfingstsonntag (13. Juni d. J.) in Begleitung zweier anderen Herren von dem Platze vor dem Südportal der Weltausstellungsrotunde im Prater bei Wien aus eine Luftreise unternommen. Unmittelbar vor dem zur Abfahrt bestimmten Zeitpunkte zogen von Osten her zwei Gewitter herauf; nichtsdestoweniger erfolgte im festgesetzten Momente der Aufstieg. Einen Augenblick war der Ballon in Gefahr, vom Winde gegen die Laterne der Rotunde getrieben zu werden, indessen der starke Auftrieb verhinderte dies. Den weiteren Verlauf der Fahrt schildert Herr Silberer in der oben genannten Nummer seiner Wochenschrift folgendermaassen:

„Der Auftrieb des Ballons war aber nun so gross, respektive die Schnelligkeit, mit welcher er in die Höhe flog, so rapid geworden, dass er im Nu 1400 m Höhe erreichte und anzunehmen war, der Ballon werde bei diesem Tempo vielleicht bis auf 3500—4000 m Höhe emporgerissen werden; und nachdem sich in Folge des so raschen Steigens der Ballon auch gefahrdrohend auszudehnen begann, wurde sofort das Ventil gezogen und nahezu 25 Sekunden offen gehalten, um das überschüssige Gas ausströmen zu lassen und dem weiteren all zu raschen Steigen Einhalt zu thun. Inzwischen war der Ballon bis an die Donau gekommen und trieb gerade auf das Gewitter los, das am jenseitigen Ufer, etwa bei Leopoldsdorf oder Gerasdorf stromaufwärts zog. Es war ein höchst interessantes Schauspiel! Eine kompakte schwarze Wetterwolke, von etwas leichteren Wassernebeln umgrenzt, aus der sichtlich der Regen in Strömen niederfiel, und zwar nicht senkrecht, sondern sehr schräg von Ost

nach West, ein Beweis, dass das Gewitter in rascher Vorwärtsbewegung sei und ein starker Ostwind dasselbe vor sich hertreibe. Die Gewitterwolke hatte eine Dicke von etwa tausend Metern und befand sich mit ihrer unteren Fläche, wenn man so sagen darf, nur etwa 800 m von der Erde, während sie oben bis circa 1800 m Höhe reichte. Es entstand nun die Frage, was thun, da der Wind uns noch immer gegen die schon ziemlich nahe neben uns befindliche und immer lauter grollende Wolke zutrieb, in der jeden Augenblick der Blitz hell aufleuchtete. Da der Himmel oberhalb ziemlich klar war, so entschied ich mich nach kurzer sorgfältiger Rekognoscirung dahin, dem noch immer anhaltenden Steigen des Ballons keinen Einhalt mehr zu thun, sondern dasselbe zu benutzen, um über das Gewitter hinaus zu gelangen, da erfahrungsgemäss oben eine ganz normale gleichmässige Luftströmung zu finden ist, wie immer es auch unten zugehen mag. Diese Voraussetzung traf auch richtig zu; kaum hatten wir die Höhe von 1600 m überschritten und das Gewitter nun beinahe unter uns, als der Ballon sich zuerst zu drehen begann, — das sichere Zeichen, dass er in eine andere Strömung gerathen ist, — und dann langsam wieder zurückkehrte, von wo er gekommen, über den Prater. In dieser Richtung (Südost) wurde er nun sorgsam erhalten und passirte er langsam einen grossen Theil der südlichen Vorstädte, das Arsenal etc. und nahm dann seinen Weg nach Simmering, wo nach 70 Minuten herrlicher Fahrt unter kolossalem Menschenandrange sehr schön gelandet wurde. Das Gewitter jenseits der Donau hatte inzwischen sehr rasch seinen Weg fortgesetzt und zuletzt den Strom überschritten. Das zweite Gewitter, welches südlich von uns nach Westen gezogen war, zertheilte sich mehr und schien zur Zeit, als wir landeten, ober dem Wienerwalde zu stehen. Wir aber hatten eine zeitlang das gewiss nicht alltägliche Schauspiel genossen, rechts und links, neben und unter uns Blitze zucken zu sehen und den Donner rollen zu hören."

—st—

Schlesische Zeitung. Breslau. No. 163 vom Sonnabend den 6. März 1886 Morgenausgabe.

Anknüpfend an das Erscheinen des Werkes „Die Luftschifffahrt unter besonderer Berücksichtigung ihrer militairischen Verwendung" von unserem verehrten Mitarbeiter Herrn Lieutenant Moedebeck (Verlag von Edwin Schloemp in Leipzig), bringt die „Schlesische Ztg." in der oben näher bezeichneten Nummer einen Feuilleton-Artikel über die Luftschifffahrt, der auch des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, sowie seiner Thätigkeit und seiner Zeitschrift in sehr freundlicher, empfehlender Weise gedenkt. Im Uebrigen geben wir diesen Artikel im Auszuge hier nachfolgend wieder:

„Die Naturwissenschaft hat immer ihre Schmerzenskinder gehabt und hat sie noch. Die Elektricität in ihrer Anwendung auf Licht- und Krafterzeugung hat lange das nicht gehalten, was sie versprochen; mit der Meteorologie, soweit sie sich mit der Vorherbestimmung des Wetters befasst, will es gar nicht recht vorwärts gehen; die Entdeckung der Cholera-, Schwindsuchts- und anderer Bacillen scheint auch weniger zu helfen, als energische Polizeimaassregeln. Und doch! — möchten wir den wissenschaftlichen Schritt wieder zurück thun? Möchten wir den Spatz aus der Hand geben, weil wir die Taube auf dem Dache nicht haben können? Wir Menschen sind zu ungeduldig, auf ein neues naturwissenschaftliches Ergebniss setzen wir zumeist aus Unkenntniss sofort die ungemessensten, weitschweifendsten Hoffnungen; und wenn

diese nicht erfüllt werden, dann schmollen wir, und wichtige Wissenszweige kommen dadurch vielleicht mit Unrecht in Misskredit. Wenn es nun auch der Wissenschaft im allgemeinen nichts schadet, wenn sie vom Marktplatze heruntertritt und in die enge Studirstube oder in das Laboratorium verwiesen wird, so giebt es doch viele Fälle, wo das Interesse des grossen Publikums für ihre Weiterentwickelung von hohem Nutzen ist. Das letztere gilt ganz besonders von der erst überschwänglich gefeierten, dann beinahe vergessenen und auch jetzt noch über die Achsel angesehenen Luftschifffahrt.

„Als im vorigen Jahrhundert Montgolfier, Charles, Rozier, d'Arlandes und andere meistentheils nur zur Belustigung der oft aus Hunderttausenden bestehenden Volksmassen in die Luft aufstiegen, da fanden sich oft zur Aufbringung der erheblichen, für die Herstellung und Füllung des Ballons nöthigen Kosten in einer Stunde Tausende von Franks durch Subskription zusammen; und als im Jahre 1870 die deutsche Heeresleitung eine Ballon-Abtheilung bilden wollte, gab es in Deutschland keine geschulten Luftschiffer. Zwar gelang es, den Engländer Coxwell zu engagiren, aber weil es an geübten Leuten fehlte, hatte das Detachement vor Strassburg keinen nennenswerthen Nutzen, vor Paris sogar einen negativen Erfolg zu verzeichnen, da unsere Soldaten den mit Gambetta innerhalb der deutschen Linien landenden Ballon zuerst für einen deutschen hielten und den wiederauffliegenden zu spät unter ein wirksames Feuer nahmen. Gambetta wurde damals leicht an der Hand verwundet.

„Man muss von dem Luftschiffe nicht zu viel verlangen. Man muss nicht glauben, dass man auf Sturmesflügeln, womöglich mit grossen Lasten, durch den Luftozean hoch oben über die Weltmeere hinweg nach entfernten Erdtheilen wird jagen können — das wird man nach menschlischer Berechnung wohl nie erreichen — aber bei bescheideneren Ansprüchen wird es recht wohl gelingen, uns den Aërostaten bei meteorologischen Untersuchungen und zu Kriegszwecken, wie es ja vielfach schon geschehen ist, dienstbar zu machen. Man spricht gewöhnlich nur von der Schlacht bei Fleurus (1794), wo der Ballon den Franzosen wichtige Auskundschaftungen über die Stellung und Stärke des österreichischen Heeres ermöglichte. Dass aber unter der ersten Republik eine ganze Kompagnie Aërostiers gebildet wurde und der Ballon zu wiederholten Malen Verwendung fand, dass auch im amerikanischen Unionskriege von ihm der vielseitigste Gebrauch gemacht wurde, dürfte weniger bekannt sein. Zu vollem Ansehen gelangte die Kriegs-Aëronautik indess erst während der Belagerung von Paris 1870/71. . . . .

„In Frankreich ist seitdem der Luftschifffahrt im Bereiche der Militairverwaltung eine eingehende Beachtung geschenkt worden. Namentlich sind es dort die Hauptleute Krebs und Renard, welche neuerdings durch ihre vielfach gelungenen Versuche mit einem lenkbaren Ballon die Aufmerksamkeit der ganzen Welt auf sich gezogen haben. In Nordamerika, in Italien, in Oesterreich, in Russland, überall zeigen die Regierungen ein lebhaftes Interesse für diese Sache. Aber auch in Deutschland ist in dieser Kunst neues Leben erwacht. . . . .

„Im Juni 1884 hat sich nun auch das Kriegsministerium entschlossen, eine Ballonabtheilung, bestehend aus einem Premierlieutenant, zwei Secondelieutenants, vier Unteroffizieren und 29 Mann, einzurichten. Die Versuche, die vorläufig mit dem gefesselten Ballon angestellt werden, werden natürlich geheim gehalten. Welch' rege Thätigkeit hier entfaltet und mit welchem Ernst die Angelegenheit aufgefasst wird,

dafür liefert wohl den besten Beweis das mit vielem Fleiss und grosser Sachkenntniss abgefasste Werk des Lieutenants Moedebeck über die Geschichte und den augenblicklichen Stand der Luftschifffahrt, über Einrichtung und Handhabung der einzelnen Theile des Ballons, über seine Lenkbarkeit u. s. w. Beim Lesen dieses Werkes erhält man erst eine richtige Vorstellung von den unendlichen Schwierigkeiten, welche zu überwinden sind, und von der bei der Herstellung aufzuwendenden ausserordentlichen Sorgfalt, wenn alles gehörig ineinandergreifen und Unglück verhütet werden soll. Das Auffinden oder die Auswahl eines geeigneten Ballonstoffes, die Dichtung desselben, die Konstruktion und der Gebrauch des Ventils, das Anlegen und die Verknüpfung des Netzes, das Aufhängen und die Einrichtung der Gondel, die Vorkehrungen für das Landen, die Art der für die Lenkung etwa aufzustellenden Maschinen — das alles erfordert hundertfache Ueberlegung und eingehendes Studium. Bekanntschaft mit den verschiedensten Zweigen der technischen Wissenschaften und nicht zum wenigsten genaue meteorologische Kenntnisse müssen selbstverständlich vorhanden sein. . . . .

„Nun noch einige Worte über die so sehnlichst herbeigewünschte Lenkbarkeit des Ballons. Es sind dafür hauptsächlich vier Methoden in Anwendung gekommen. Erstens wollte man wie auf dem Wasser mit Steuer, Segel und Ruder vorwärts kommen. Das half aber nichts. Man glaubte zu schieben und wurde geschoben. Zweitens benutzte man den Auftrieb und das Fallen des Ballons, um unter Zuhülfenahme schiefer Ebenen eine Fortbewegung in horizontaler Richtung zu erzielen. Die Erfolge blieben aber auch bei dieser Methode aus. Drittens bediente man sich der in verschiedenen Höhen anders gerichteten Luftströmungen, um einen bestimmten Punkt zu erreichen. Man suchte durch Steigen und Fallen die passende Luftschicht auf und konnte hierbei auch die verschiedenen Richtungen combiniren. Freilich gehört hierzu noch eine genauere Kenntniss der atmosphärischen Verhältnisse, als sie bis jetzt vorhanden ist; von der Hand zu weisen ist diese Methode nicht. Als letztes und in der neuesten Zeit vielfach, namentlich aber von Hänlein in Mainz und von Krebs und Renard in Meudon angewendetes Mittel ist die Konstruktion länglicher, fischähnlicher Ballons anzuführen, welche durch eine von einer Maschine getriebene Schiffsschraube fortbewegt werden. Wenn auch bei den Fahrten in Meudon die Luftströmung keine besonders ungünstige war, so ist durch dieselben doch die Möglichkeit einer willkürlichen Richtungsänderung und eines Fahrens gegen den Wind nachgewiesen worden.“ —st—

„Das neue Berlin“. Eine deutsche Wochenschrift, herausgegeben von Paul Lindau. Band I., No. 3. Berlin, W. Spemann.

„Das neue Berlin“ ist eine erst mit dem Beginne des Jahres 1886 ins Leben getretene Zeitschrift, die sehr rasch eine unverkennbare Beliebtheit gewonnen hat. In ihrer oben näher bezeichneten Nummer enthält dieselbe einen Artikel „Luftschifffahrt“ von Herrmann Moedebeck. Der Verfasser hat darin in gemeinverständlicher Weise die neueren Bestrebungen auf dem Gebiete der Aëronautik geschildert und dasjenige klar gelegt, was dadurch erreicht worden ist, beziehungsweise noch erreicht werden soll. An diese Darstellung schliesst sich dann eine in kurzen Zügen gegebene Mittheilung über die Entstehung und die Thätigkeit des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt. Für unsere Leser dürfte der ganze Artikel durchaus

nichts Neues enthalten. Wenn wir dennoch darauf verweisen, so geschieht dies, weil der Autor darin unseres Erachtens den richtigen Ton getroffen hat, um weitere und besonders nichtgelehrte Kreise für die Aëronautik und den Verein zu interessiren.

—st—

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve, 19. Année. No. 5, mai; No. 6, juin. Paris 1886.

Das Maiheft dieser Zeitschrift bringt eine kurze Besprechung des neuen Werkes von Gaston Tissandier, „La navigation aérienne" etc., durch Louis Rameau, auf das unsere Zeitschrift noch des Näheren eingehen wird, sodann eine Berichtigung oder Ergänzung einer früheren Rechnung über das Gleichgewicht der Ballons von Paul Valer und eine Fortsetzung des Vergleichs der meteorologischen Verhältnisse der Jahre 1700 und 1886 von du Hauvel. Der Rest desselben ist mit zwei ungewohnt langen Sitzungsberichten der „Société française de la navigation aérienne" ausgefüllt. In dem zweiten interessirt uns die Bemerkung, dass sich in dem reichen Schatz von Entwürfen, welche M. Hureau de Villeneuve besitzt, sich auch ein solcher von Dr. Van Hecke befindet. Nach diesem sollen die Verluste an Ballast und Gas durch Anwendung horizontaler Schrauben, sogenannter *paramontes*, vermieden werden, ein Vorschlag, der der Akademie der Wissenschaften im Jahre 1847 unterbreitet und Gegenstand einer Berichterstattung geworden ist.

M. Hureau spricht im Anschluss an eine Arbeit des Herrn Amans alsdann über die verschiedenen Theorien, über die Bewegung der Flügel der Vögel beim Fliegen, ein Thema, das auch in der nächsten Sitzung im Vortrage des Herrn Amans selbst wiederkehrt. Im Weiteren wird noch der Ballastfallschirm besprochen. Ein Theil des Ballastes, etwa 10 bis 20 Kilogramm, ist an einem Fallschirme von entsprechender Grösse befestigt, dieser selbst aber wieder mittelst langen Seiles an der Gondel. Handelt es sich um eine vorübergehende Entlastung des Ballons, etwa beim Ueberschreiten eines Flusses oder Gehölzes, so lässt man den belasteten Fallschirm an seinem Seile herabgleiten. Während der Zeit, bis der Schirm das Ende des Seiles erreicht, ist der Ballon um dessen Gewicht entlastet, erhält zum Schluss allerdings einen Stoss, da die Last nun plötzlich wieder am Ballon aufgehängt ist und ihrer Bewegung beraubt wird. Es erübrigt nun noch, den Fallschirm vermöge jenes Seiles wieder an die Gondel heranzuziehen, was die volle Arbeitsleistung eines Menschen ($^1/_6$ Pferdekraft), etwa während ebensoviel Sekunden, beansprucht, als die Länge des Seiles in Metern angegeben beträgt. Die Entlastung wird um so grösser sein, je grösser das Gewicht des Schirmes ist und um so länger währen, je länger einerseits das Seil, je kleiner andererseits die Geschwindigkeit des Schirmes ist.

Man würde letztere vermindern können, indem man dem Fallschirm bei gleicher Fläche die Gestalt einer flachen Schraube giebt, weil dann durch Hinzutreten der fortschreitenden Geschwindigkeit der einzelnen Flügel (nämlich in Folge der eintretenden Rotation) die Senkgeschwindigkeit vermindert wird. (Vergl. des Referenten Aufsatz im Heft 3, Seite 80 und 82, dieses Jahrganges der Vereinszeitschrift.) Wir halten den Ballastfallschirm, dessen Erfindung wohl Herrn H. Jobert gebührt, neben den verbesserten Landungsvorrichtungen für eine der wesentlichsten von Seiten der Franzosen gemachten Verbesserungen der Ballonausrüstung. —

Aus dem Protokoll der Sitzung vom 13. Mai in Heft 6 ist der Vortrag des Herrn Amans hervorzuheben „Ueber die Anatomie und Physiologie der Fliegewesen“, welcher hauptsächlich von der Gestalt der Flügel der Insekten beim Fluge handelt. Sodann sprach Herr L'hoste über besondere Einrichtungen für die Luftschifffahrt über See, z. B. von Cherbourg nach Norwegen, wobei ihm als die drohendste Gefahr die erscheint, nach der Ostsee verschlagen zu werden. (!) Der wesentlichste Bestandtheil der Einrichtung ist ein Schwimmer, der über See herabgelassen wird, und den Ballon halb und halb fesselt. Es bedeutet das also eine Regulirung der Höhe, in der der Ballon schwebt. Das Ganze gleicht dann einem Segelschiffe, bei dem die Passagiere in dem Segelwerk sitzen.

Herr Maillot theilt der Gesellschaft mit, dass er am 3. Mai einen Drachen von 72 Quadratmeter Fläche mit einer Belastung von 70 Kilogramm hat fliegen lassen, welchen er nach Belieben steigen und sinken lassen konnte. Er erbietet sich, seinen Versuch am Sonntag, den 16. Mai, für den Fall günstigen Wetters auf dem Plateau von Gravelle zu erneuern.

Es ist die Frage, ob in dem Gewichte von 70 Kilogramm das des Drachens selbst miteinbegriffen ist oder nicht und wie viel der Drachen in letzterem Falle wiegt. Ferner wäre es von Interesse, zu erfahren, was für eine Geschwindigkeit der Wind an jenem Tage ungefähr besessen hat und wie hoch der Drachen dabei äussersten Falls gestiegen ist, und welches Gewicht die haltende Schnur auf jeden Meter ihrer Länge besessen hat.

Wir halten den Bau grosser Drachen für eine sehr dankenswerthe Aufgabe, sei es, dass man nur ihre etwaige Verwendung im Dienste der Meteorologie dabei im Auge hat, sei es, dass man dem Ziele der dynamischen Luftschifffahrt zusteuert, in welchem Falle die Konstruktion solcher Drachen eine nothwendige Entwicklungsstufe bedeutet. —

Im Anfange dieses selben Heftes (6) beschreibt Herr Weyher interessante Versuche, wie nämlich schwere Körper von Luftstrahlen getragen werden. Jedermann kennt den Versuch der auf einem Wasserstrahl tanzenden Kugel, wie er bei vielen Springbrunnen ausgeführt wird. Genau in derselben Weise nun lässt Herr Weyher Kork- oder Holzkugeln von 25 Millimeter Durchmesser, Gummibälle von 100 bis 300 Millimeter Durchmesser oder auch Schrotkörner auf einem Luftstrahl tanzen, der von einem Gebläse aus einer Oeffnung von 1 Millimeter Weite senkrecht oder auch bis zu 45° geneigt herausgetrieben wird.

Herr Weyher begnügt sich an dieser Stelle mit einer anschaulichen Beschreibung der Thatsachen.

Das Ueberraschende derartiger Erscheinungen liegt begreiflicherweise nicht darin, dass die Körper, sobald sie vom Strahl getroffen werden, auch von ihm getragen werden. Denn dass ein Strahl gegen die Körper, die er trifft, einen Druck ausübt, der also auch bei genügender Stärke gleich dem Gewicht des Körpers werden kann, ist ja klar. Sondern der Zuschauer fühlt sich betroffen, dass der Strahl die Kugel, die er trifft, nicht einfach bei Seite pustet. In der That vermag auch der Ball auf der Mitte des Strahles oder mitten im Strahle sich nicht im Gleichgewicht zu erhalten. Er wird vielmehr erst etwas nach der Seite geschoben und dann erst fesselt ihn der Strahl an sich.

Um das zu begreifen, muss man sich erinnern, dass in einer Flüssigkeit der Druck mit wachsender Geschwindigkeit abnimmt. Im Innern des Strahles herrscht

also ein niederer Druck als in der Nähe des Randes oder gar ausserhalb desselben. Die Kugel erfährt also auf derjenigen Seite, mit der sie in den Strahl eintaucht, einen geringeren Druck, als auf der demselben abgewandten Seite. Diese Druckdifferenz verhindert, dass die Kugel bei Seite geschoben wird, während im Uebrigen der Druck des gegen einen Theil der unteren Fläche treffenden Strahles, der durch sie dort gestaut wird, sie am Sinken verhindert. Bedingung für das Gelingen des Versuches ist also eine im Vergleich zum Querschnitt des Strahles an der betreffenden Stelle genügende Grösse des Balles. —

Herr C. du Hauvel untersucht ganz im Allgemeinen die Möglichkeit, einen Schraubenflieger von 300 bis 500 Kilogramm Gewicht steigen zu lassen, wenn man, um die Schraube zu treiben, den in explosiven Stoffen aufgespeicherten Arbeitsvorrath verwendet. Er bejaht diese Möglichkeit und giebt unter den im Einzelnen gemachten Annahmen eine Höhe von 600 Metern als erreichbar an. Gl.

Neue Schriften zur Luftschifffahrtskunde.

La Photographie En Ballon par Gaston Tissandier. Paris, Gauthier Villars. 1886.

Das vorliegende Buch liefert uns eine übersichtliche Zusammenstellung aller der Versuche, von Ballons aus Photographien herzustellen, welche in neuester Zeit nun endlich mit günstigen Resultaten zum Abschluss gekommen sind. Es ist naturgemäss, dass der Verfasser sich fast ausschliesslich mit den französischen Versuchen beschäftigt, soweit sie veröffentlicht werden konnten und daneben nur noch die Aufnahmen von Shadbolt in England einer flüchtigen Beachtung würdigt. Besonders Neues bringt das Büchlein nur im X. Kapitel, worin der Versuche eines gewissen Weddel in Paris Erwähnung gethan wird, die auf Veranlassung der russischen Regierung während der Anwesenheit des General Boreskoff stattfanden. Am 12. Oktober 1885 Nachmittags 2 Uhr fuhr Weddel mit dem Luftschiffer L'hoste von der Gasanstalt von Vilette aus in einem Ballon von 500 cbm Inhalt auf. Der Ballon fuhr über Ménilmontant, de Saint Mandé, de Vincennes und landete um 4 Uhr bei Brie-Comte-Robert. Von den hierbei aufgenommenen Bildern dürfte als besonders interessant dasjenige vom Fort von Vincennes aus einer Höhe von 600 m hervorgehoben werden. Es soll einen ausserordentlich klaren Grundriss dieses Werkes darstellen. Das Buch ist ausser mit 8 Figuren auch mit einem Lichtdruck jenes bekannten Ballonphotographen Tissandier's über der Seine in Paris ausgestattet. Letzteres lässt erkennen, dass die Aufnahme nicht eine so tadellose war, wie sie in dem ersten Bericht hingestellt wurde. Abgesehen von dem interessanten Inhalt des Buches macht das gewandte leichte Französisch des Verfassers die Lektüre desselben auch noch zu einer angenehmen und es sei daher Jedermann empfohlen. Mck.

Die Moment-Photographie in ihrer Anwendung auf Kunst und Wissenschaft, von Dr. Josef Maria Eder. Halle a. S. 1886, Wilhelm Knapp.

Dieses mit einer grossen Anzahl sehr schöner Lichtdrucke ausgestattete Buch bringt in seinem XIV. Kapitel einen Aufsatz mit der Ueberschrift: „die Photographie vom Luftballon aus", dem wir unsere Aufmerksamkeit zuwenden müssen. Zunächst findet darin eine Aufzählung der verschiedensten Versuche statt, alsdann geht Dr. Eder

näher auf die Schwierigkeiten ein, welche sich für das Photographiren vom Ballon aus bieten. Er hält sich dabei an die Studien, welche Dr. Stolze mit Meydenbauer zusammen im Jahre 1881 über diesen Gegenstand gemacht haben. Danach ist einmal die rotirende Bewegung des Ballonkcrbes, dann das Zittern desselben bei geringer Bewegung und schliesslich seine pendelnde Bewegung dasjenige, was die Unschärfen der Bilder im Gefolge hat. Wir können dagegen nur anführen, dass ja allerdings Bewegungen des Korbes fortwährend vorhanden sind, indess sind dieselben sehr von der Grösse und richtigen Handhabung des Ballons abhängig. Die rotirende Bewegung kommt daher, dass der Schwerpunkt des Systems nicht mit dem Angriffspunkt der treibenden Luft zusammenfällt. Das Zittern der Gondel wird durch grosse Schwere derselben vermindert, das Pendeln endlich tritt nur ein, wenn die Vertikalachse des Aërostaten infolge heftigen Windes bei der Auffahrt sich schräg stellte. Das lässt sich demnach bei ruhigem Wetter im freien Ballon vollständig vermeiden. Es wird weiter eingegangen auf einzelne Aufnahmen Shadbolt's in England und Tissandier's, sowie auf deren für besagte Zwecke eingerichteten Apparate, die vorläufig noch recht primitiver Nautur zu sein scheinen. Ueber die Verwerthung der Ballonphotographien zu geodätischen Zwecken sollen sich Fachmänner vornehmlich in Betreff der ebenen Länder sehr günstig aussprechen. Um einen sicheren Massstab für die Platten zu finden, will Dr. Stolze in dem betreffenden Terrain ein genaues Quadrat abstecken, was alsdann, mit photographirt, die Längen und Verkürzungen der anderen Gegenstände zu rekonstruiren gestattet. Wer sich spezieller mit der Momentphotographie beschäftigt, wird in dem Buche von Dr. Eder eine Quelle reichlicher Anregung auf diesem vielseitigem Gebiete finden. Mck.

Kleinere Mittheilungen.

— **Die Organisation des Preussischen Meteorologischen Instituts** geht unter Leitung des aus München hierher berufenen Direktors, Professor Dr. von Bezold, in rüstiger Weise vorwärts. Zur Seite stehen demselben als wissenschaftliche Oberbeamte Dr. Hellmann, der frühere interimistische Leiter des Institus, Dr. Sprung von der Seewarte in Hamburg und Dr. Assmann, welcher bisher die Witterungs-Nachrichten der „Magdeburgischen Zeitung" redigirte. Als Assistenten fungirten Dr. Kremser, der bereits früher dem Institute angehörte, Dr. Wagner und Dr. Gross. Es wird zunächst beabsichtigt, sowohl das über ganz Norddeutschland ausgebreitete Stations-Netz dichter zu machen — es sollen unserem Vernehmen nach allein 2000 Regenstationen geschaffen werden — als auch die Stationen selbst mit besseren, den Anforderungen der Neuzeit genügenden Instrumenten mehr oder minder reichlich auszustatten. Ferner ist in Aussicht genommen, nächstes Jahr in Potsdam ein Magnetisch-Meteorologisches Observatorium einzurichten, bei welchem eingehende Beobachtungen und Untersuchungen über verschiedene meteorologische Erscheinungen, Instrumente u. s. w. angestellt werden sollen, unter Hinzuziehung aller diesem Zwecke dienstbar zu machenden Hilfsmittel. Wie wir hören, werden auch wahrscheinlich Luftballons hierzu herangezogen werden. Diese Station soll Dr. Sprung übernehmen. Es mag hierbei Erwähnung finden, dass auch die deutsche Seewarte in neuerer Zeit die Aëronautik immer mehr als ein Mittel zur Aufklärung verschiedentlicher meteorologischer Phänomene betrachtet und ihr demnach eine grössere Aufmerksamkeit schenkt. Mck.

— **Die Aeronautical Exhibition in Liverpool** ist leider nicht so glänzend ausgefallen, wie man im Auslande wohl erwartet hatte. Ueber die Gründe dieses ungünstigen Resultates wird uns von unserem Gewährsmann aus England Folgendes mitgetheilt. Die Leitung der aëronautischen Abtheilung war dem bewährten Ehrensekretär der Aeronautical Society Mr. F. W. Breary übergeben. Mr. Breary nahm sich der ihm übertragenen Aufgabe mit der vollen Liebe an, die das Interesse mit sich bringt. Er bat den Vorstand bereits Mitte Juli vorigen Jahres, die Aufforderung zur Beschickung zu entsenden und gleichzeitig Geldpreise aufstellen zu dürfen. Seinen Bitten wurde wenig Gehör geschenkt; der Prospekt wurde erst am 23. Januar fertig und verlangte ausserdem, dass die Ausstellungsgegenstände bis zum 1. März eingesandt sein sollten. Wenn dieser Termin nun zwar verlängert wurde, so war doch von vornherein eine grosse Zahl Aussteller dadurch abgeschreckt worden. Mr. Breary legte, nachdem er den kläglichen Erfolg vor Augen sah, sein Amt nieder, noch vor Eröffnung der Ausstellung. So kam es, dass auch der Mann, der fähig gewesen wäre, das wenige aëronautische Material noch in würdevoller Weise vorzuführen, sich zurückzog, entmuthigt und gekränkt durch die Versäumnisse des Vorstandes. Mck.

— **In wie entfernten Welttheilen** unsere Zeitschrift ihre Leser findet, bewies neulich wieder einmal ein Brief, der aus Sibsagar Asam in Indien an die Redaktion gelangte. Der verehrte Schreiber bedauerte sehr, dass er persönlich nicht Deutsch verstünde und auf die Uebersetzung seitens eines Freundes angewiesen wäre, der, wie man sich wohl vorstellen kann, nicht immer bei der Hand oder nicht immer dazu aufgelegt sein mag. Den Hauptinhalt des Schreibens bildet der auf Beobachtungen basirende Nachweis, dass der Propeller bei einem lenkbaren Ballon lange schmale Flügel besitzen und ferner vorn an der Spitze des Ballons ziehen müsse. Anregung dazu gab dem Verfasser insbesondere die Figur auf unserer Titel-Vignette, welche er als das von uns aufgestellte Ideal eines Zukunftsballons zu halten geneigt war. Mck.

New-Yorker Projektenmacherei.

In New-York wird derzeit von gewisser Seite mit grossem Eifer für die Erfindung eines angeblich lenkbaren Luftschiffes Reklame gemacht. Der „Erfinder“ ist ein Herr C. W. Petersen oder Peterson — die darüber berichtenden Blätter bringen bald die eine, bald die andere Schreibart des Namens —; derselbe ist, wie uns von vertrauenswürdiger Seite mitgetheilt wird, ein geborener Däne, er und seine Helfershelfer halten es aber für zweckmässig, die „Erfindung“ mit besonderem Nachdruck als eine „deutsche“ anzupreisen und zwar im Gegensatze zu den bekannten Versuchen des Kapitains Renard, welche Petersen als „Fiasko“ bezeichnet. Hierdurch haben sich englisch-amerikanische Zeitschriften, wie „Scientific American“ und „Mechanical World“, zu vorläufig freilich noch verstecktem Spotte veranlasst gefühlt. Der Letztere wird jedoch sicher sehr offen werden, nachdem die Ausführung der „Erfindung“ die vollständige Werthlosigkeit derselben gezeigt haben wird. Es wird nämlich, wie es heisst, schon sehr lebhaft an dem

Petersen'schen Luftschiffe gearbeitet. Um die Mittel dazu, sowie zur Verwerthung der Erfindung überhaupt zu schaffen, ist eine Aktien-Gesellschaft: „Petersen's American Aerial Navigation Company" gegründet. Das Zustandekommen dieser Gesellschaft scheint, nach dem Tone zu urtheilen, in welchem deutsch-amerikanische Blätter das Projekt verherrlicht haben, der Hauptzweck der ganzen Reklame zu sein. Wie viele Gimpel sich damit haben fangen lassen, wissen wir nicht, es ist dies auch gleichgiltig. Indessen, dass es auf den Gimpelfang abgesehen gewesen, beweist ein Zeitungsartikel, den wir hier folgen lassen.

Das „New-Yorker Sonntags-Journal" (Herausgeber: Udo Brachvogel und Max Jägerhuber) brachte am 11. April d. J. auf seiner ersten Seite einen Holzschnitt, darstellend: „Capt. Petersen's train of eight aerial war-ships in action — Kapitain Petersen's Zug von acht Kriegs-Luftschiffen in voller Thätigkeit". Die Zeichnung zeigte sechs cylinderförmige und zwei konisch zugespitzte Ballons, welche in solcher Anordnung fest mit einander verbunden sind, dass dadurch im Ganzen die Form des Haenlein'schen Ballons (s. diese Zeitschrift Jahrg. 1882 u. Jahrg. 1885, Seite 107) entstanden ist. Jeder der acht „Kriegs-Luftschiffe" hat seine eigenen Schrauben und Räder und trägt seine eigene Gondel; sämmtliche Gondeln sind indessen ebenfalls mit einander zu einem einheitlichen Ganzen verbunden und sind, um dies zu ermöglichen, entsprechend eigenthümlich konstruirt. In jeder Gondel befinden sich zwei bis vier Soldaten, die eifrig damit beschäftigt sind, Sprenggeschosse auf eine grosse, an einzelnen Stellen bereits in Flammen stehende Stadt, über welche der „Zug" hinfliegt, zu schleudern.

Der Text, den das „New-Yorker Sonntags-Journal" zu diesem sensationellen Bilde giebt, ist wörtlich folgender:

„Die Kunst des Fliegens.
Ist das Problem des lenkbaren Luftschiffs zu lösen?
Petersen's American Aerial Navigation Company.
Kapt. Carl W. Petersen und sein lenkbarer Zug von Luftschiffen.
Die Hauptzüge der Petersen'schen Erfindung.
Welche Umwälzungen dieselbe hervorzubringen bestimmt ist.

Des Menschen Sehnsucht, fliegen zu können.

Fliegen können, — in die Lüfte emporsteigen, — sich über sich selbst und die ganze übrige Welt erheben zu können!

Ja wohl, — unter allen hochfliegenden Wünschen des Menschen ist keiner, der es ihm von jeher so sehr angethan hat, als der, thatsächlich hochfliegen zu können, und die dem Vogel vorbehaltene Luft sich in derselben Weise als Bewegungs-Element unterthan zu machen und und zu beherrschen, wie Erde und Wasser.

Bis ins graueste Alterthum reichen die Geschichten vom Menschen zurück, der das Fliegen erfand, und die Sage vom Dädalus, der sich und seinem Sohne Ikarus künstliche Flügel fertigte, und sich damit über Land und Meer schwang, hat in dem Sagen-Schatz aller Völker sein Seitenstück. Immer aber ist es auch neben dem die

Lüfte mit seinen Flügeln meisternden Dädalus der aus der Höhe herabstürzende und ertrinkende Ikarus, dessen tragischer Untergang den Abschluss des kühnen Flug-Märchens bildet, und viele Jahrtausende hatten zu vergehen, bis endlich gegen Ende des vorigen Jahrhunderts die Erfindung des Luft-Ballons durch Mongolfier den Traum der Menschheit, in die Lüfte aufsteigen zu können, zur Erfüllung brachte.

Das lenkbare Luftschiff, der Traum aller Erfinder.

Seitdem ist der Luftballon Gegenstand eines ebenso lebhaften, wie unablässigen Interesses der ganzen civilisirten Menschheit und seine Vervollkommnung zum echten und rechten Luftschiff eines der vornehmsten Luftschlösser der gesammten Erfinderwelt gewesen. Keine Nation, die nicht im Laufe des Jahrhunderts, auf welches die Erfindung nun zurückblickt, ihr vollbemessenes Kontingent zu der grossen Armee der Verbesserer derselben gestellt hätte! Kein Berufener oder Unberufener, der sich mit der Sache beschäftigt hätte, welcher nicht auch der Verwirklichung des Traumes vom reglrechten, lenkbaren Luftschiff nachgejagt wäre. Das allein aber, im Verein mit den gewaltigen Verbesserungen, welche der Ballon und die Luftschifffahrt im Lauf dieser Zeit thatsächlich erfahren, sollte eine hinreichende Bürgschaft dafür sein, dass das in seiner Wichtigkeit gar nicht zu überschätzende Problem des zu steuernden und zu dirigirenden Ballons thatsächlich im Bereich der Lösbarkeit liegt, wie es denn auch bei den immer wieder auftauchenden Nachrichten, dass dieses lenkbare Luftschiff wirklich erfunden sei, stets ungleich verwunderlicher erscheint, wenn sich die grosse Neuigkeit nachträglich nicht bewährt, als das Gegentheil erscheinen müsste.

Das letzte Luftschiff-Fiasko.

Der letzte Fall, in welchem den wissenschaftlichen, militärischen und industriellen Kreisen diese Enttäuschung bereitet wurde, war derjenige der beiden französischen Ingenieure — einer derselben hiess übrigens Krebs, war ein Elsässer und mithin ein Deutscher, — welche mit ihrem neuen Luftschiff so weit gediehen waren, dass sie vor einem Jahre bei Meudon, in Anwesenheit von eigens dazu bestellten Regierungs-Kommissären, mit dem fertiggestellten Fahrzeug Proben vornehmen konnten, die so allgemein Aufsehen erregten, dass man eine kurze Zeit lang das Problem als gelöst betrachtete. Indessen war es auch dieses Mal, wie schon so oft vorher, nur erst „beinahe“ gelöst worden. Und als es dann bald wieder von der neuen Erfindung, auf welche namentlich auch die französische Regierung zu kriegerischen Zwecken die grössten Hoffnungen gesetzt hatte, ganz still wurde, wusste man, dass dies „beinahe“ wieder einmal gross genug gewesen war, um die Lösung der wichtigen Frage einstweilen noch „ganz“ hintenan zu halten.*)

Es geht auch ohne Frankreich.

Wo der eigentliche Grund lag, dass die mit so grossem Eklat angekündigte Luftschiffs-Konstruktion der beiden Franzosen doch noch keine ganz gelungene war, hat die Laienwelt natürlich nicht erfahren. Ebenso wenig, wie sie es bei den vielen früheren, in ähnlicher Weise gerade von Frankreich aus immer besonders lärmend

*) Der Verfasser dieses Artikels war hier entweder so mangelhaft unterrichtet, dass er gar nicht hätte wagen dürfen, über die Renard-Krebs'sche Erfindung zu schreiben, oder er hat — was wir für mindestens ebenso wahrscheinlich halten — mit Absicht die Unwahrheit geschrieben, um die „Erfindung“ des Herrn Petersen in um so glänzenderem Lichte erscheinen zu lassen. D. Red. d. „Z. d. D. V. z. F. d. L.“

angekündigten Herstellungen des lenkbaren Luftschiffs erfahren hat, von denen es bald darauf immer wieder ebenso still zu werden pflegte, wie es vorher davon laut gewesen war. Nun, — zum Glück ist ja Frankreich nicht allein in der Welt, und wenn schon, wie oben gesagt wurde, die Erfindung des wirklichen lenkbaren Luftschiffes nur eine Frage der Zeit ist, so vermag man wahrhaftig nicht einzusehen, warum nicht Amerika und Deutschland ebenso gut schliesslich den grossen Preis davontragen sollten. Und in der That hat es jetzt ganz den Anschein, als ob dieser grosse Preis dem letztgenannten Lande in den Schooss fallen sollte, oder richtiger gesagt, den beiden letztgenannten Ländern: denn wenn nicht Alles täuscht, ist es ein Deutscher auf amerikanischem Boden und gestützt von amerikanischen Mitteln, der soeben im besten Begriff scheint, das schon so oft beinah gelöste Räthsel endlich ganz zu lösen und der Welt das lenkbare Luftschiff, welches sie so lange ersehnt' und zu dem sie auch unter allen Umständen berechtigt ist, endlich zu geben.

Kapt. Carl Wolfgang Petersen.

Dieser Mann ist der ehemalige deutsche Schiffs-Kapitain Carl Wolfgang Petersen, der das Wasser mit dem festen Lande vertauscht hat, um von diesem aus mit seiner neuen aëronautischen Erfindung die Luft der ganzen Welt zu erobern. Die zu diesem Behuf von Herrn Petersen gebildete Kompagnie ist mit einem Kapital von 100,000 Dollars unter den Gesetzen des Staates New-York inkorporirt und hat ihr Bureau und ihre Werkstätten in No. 262 13. Strasse, Brooklyn. Dort macht der rastlos thätige Kapitain Allen, die sich für seine Erfindung interessiren, in eigener Person auf's Bereitwilligste die Honneurs, zeigt ihnen von derselben Alles, was sich davon, ohne Gefährdung des Geheimnisses der einen oder der anderen seiner zahlreichen Patente, eben zeigen lässt, und hat noch einen Jeden, der ihn besucht und seiner schlichten und dabei doch zugleich in jedem Worte die begeistertste Ueberzeugung von der Gelungenheit seiner Erfindung athmenden Rede gelauscht, gleichfalls mit der Ueberzeugung entlassen: dass man es hier nicht mit dem krausen Werke eines Phantasten, sondern mit der reifen Frucht der jahrelangen Arbeit eines Mannes zu thun hat, der nicht nur Fachmann im vollem Sinne des Wortes ist, sondern sich auch als Erfinder auf verschiedenen Gebieten des Beförderungs-, Rettungs- und selbst Militair-Wesens in Europa bereits einen anerkannten Namen gemacht hat.

In Kapitain Petersens Werkstatt.

In der Werkstatt des Kapitains selbst sind in diesem Augenblick zwei Luftschiffe oder, richtiger gesagt, „zwei Trains der neuen Petersen'schen Luftschiffe" — denn nicht um einzelne Ballons, sondern um einen ganzen Zug fest aneinander gefügter Ballons handelt es sich bei dieser Erfindung! — in der Konstruktion begriffen. Die auf Seite 1 d. Bl. reproduzirte Abbildung*) zeigt einen derartigen Zug von Luftschiffen, wie Kapitain Petersen sich denselben in voller Aktion zu Kriegszeiten (für welche er sich von seiner Erfindung eine ganz besonders lohnende Verwendung verspricht) vorstellt. Eine eingehende Beschreibung des Apparats verbietet sich hier natürlich, wegen der mannigfachen Eigenthümlichkeiten desselben, welche des Erfinders Geheimniss sind. Doch theilt Herr Petersen den Besuchern seiner Werkstatt das Folgende darüber gern selber mit.

---

*) Wir haben die Abbildung vorstehend beschrieben, eine Kopie derselben hier beizufügen, erscheint uns als eine Raumverschwendung. D. R. d. „Z. d. D. V. z. F. d. L."

Der Fisch im Wasser, das Modell von Petersons Luftschiff.

Es ist nicht, wie es bisher bei fast allen Erfindern, die sich auf dem Gebiet der Aëronautik bethätigt haben, das Vorbild des die Lüfte durchschneidenden Vogels, sondern das des Fisches, der sich in jeder Richtung im Wasser zu tummeln versteht, welches Herr Petersen bei der Herstellung seines auch in der äusseren Form sich der Fischgestalt nähernden, aus mehreren einzelnen Ballons bestehenden „Ballon-Zuges“ vorgeschwebt hat. Dadurch ist nicht nur die Möglichkeit einer willkürlichen, von der gerade herrschenden Luftströmung unabhängigen Bewegung des ganzen Ballon-Gefüges gegeben, sondern es wird gleichzeitig auch das jeden Ballon bisher übermässig belastende und sonst noch mit einer Menge Uebelstände verknüpfte Netzwerk überflüssig.

Schrauben und Räder.

Die Voranbewegung des neuen Luftschiffs wird durch schraubenartige Apparate bewerkstelligt, von denen jedes Fahrzeug auf seinen beiden Längsseiten eine ganze Reihe besitzt, und die ihrerseits wieder durch ein einfaches Steuerrad derartig gedreht werden können, dass die volle Betriebskraft, welche sie darbieten, zur Ausführung aller gewünschten Manöver, wie Halten, Heben, Senken und Rückwärts- oder Vorwärtsbewegen verwendet werden kann.

Tauwerk aus Draht.

Das unerlässliche Tauwerk seines Seglers der Lüfte stellt Herr Petersen nicht, wie es bisher beim Ballonbau üblich war, aus hänfenen Stricken, sondern aus Eisendrahttauen her, welche nicht nur feuerfest sind, sondern auch einer ungleich geringeren Ausdehnung durch Wärme und Kälte ausgesetzt sind, als die bisher üblichen Hanfstricke und in ihrer Dünnheit zugleich der Luft eine viel geringere Reibefläche darbieten als diese.

Das eigentliche Geheimniss des Petersen'schen Luftschiffs.

Einen Haupttheil der Petersen'schen Erfindung bildet der neue Triebkraft-Uebertragungs-Mechanismus, durch welchen der Kapitain nicht nur die bisherigen dynamischen Maschinen überflüssig macht, sondern es auch der einfachsten und nächstliegenden aller Kräfte, der Menschenkraft, ermöglicht, in einer Weise als Motor einzutreten, in der sie mit allen andern Kräften siegreich rivalisiren kann. Die Versuche, welche Kapitän Petersen mit seinem neuen „Kraft-Ueberträger“ in seiner Werkstatt angestellt hat, ergaben das glänzende Resultat: dass zwei Männer genügten, um mit demselben eine Pferdekraft zu entwickeln!*)

Ein neues Ballon-Zeug.

Zu diesen, wie man selbst nach diesen flüchtigen Andeutungen ersehen kann, die ganze Luftschifffahrt zu revolutioniren bestimmten Neuerungen gesellt sich noch ein weiterer Fortschritt des Ballon-Baues, den Kapitain Petersen demselben in der Entdeckung eines Zeuges zugeführt hat, welches in jeder Beziehung die bisher zu Ballon-Bezügen benutzten Gewebe übertrifft und namentlich dadurch werthvoll wird, dass es absolut kein Füllungs-Gas entweichen lässt. Was es aber für die Luftschifffahrt bedeutet, ein Ballon-Material zu besitzen, welches mit einer einzigen Füllung eine ununterbrochene Fahrt von fünf bis zehn Tagen und Nächten er-

*) Der französische Ingenieur H. Giffard war der Erste, welcher im Jahre 1852 Menschenkraft zum Treiben eines Luftschiffes benutzen wollte, doch gelang es ihm nur, eine Kraft-Uebertragungs-Maschine herzustellen, die zehn Männer zur Entwickelung einer Pferdekraft beanspruchte. (Anm. des New-Yorker Sonntags-Journals.)

möglicht, — darüber kann sich jeder Laie selbst Aufklärung verschaffen, wenn er sich an das nächste beste physikalische Nachschlagebuch wendet.

Was Kapitain Petersen von seiner Erfindung erwartet.

Dies einige Züge des in der Werkstatt No. 262 Dreizehnte Strasse, Brooklyn, im Bau begriffenen Luft-Fahrzeugs, auf welches Kapitain C. W. Petersen seine Hoffnungen gründet, schon im Laufe des nächsten Sommers dem grossen Publikum auf öffentlichen Ausstellungen einen aëronautischen Apparat vorzuführen, welcher das so lange erstrebte, seit Jahren beständig in nächster Aussicht stehende und doch noch immer nicht zur Wirklichkeit gewordene lenkbare Luftschiff der Welt als vollendete Thatsache darbieten wird. Dass sich in dem Augenblick, in dem dieses Ziel erreicht sein wird, eine vollständige Revolution in der Luftschifffahrt zu vollziehen beginnen wird, bedarf nicht erst einer besonderen Betonung. Herr Petersen selbst hofft zunächst, das Luftschiff in den Dienst des allgemeinen Verkehrs und der Beförderung von Personen und Sachen zu stellen, und zwar mit besonderem Erfolg dort, wo einstweilen keine andere Verbindung herzustellen ist. Sodann verspricht er sich, wie schon oben gesagt wurde, für die Kriegsführung ganz ausserordentliche Dinge von dem neuen Beherrscher der Lüfte, welcher im Stande sein wird, einen vollständigen Park von modernen Zerstörungsmitteln zu tragen, die dann mit Leichtigkeit im Dienst von überirdischen Belagerungen verwendet werden können, deren Furchtbarkeit (siehe die Abbildung auf Seite 1) man sich ohne Aufbietung besonderer Phantasie ausmalen kann. Und endlich ist es die Erforschung der Polar-Gegenden, resp. die Erreichung des Nord- und Südpols, welche durch den neuen Luftschiff-Zug bewerkstelligt werden soll. Zu diesem Behuf hat unser Erfinder bereits einen äusserst interessanten Plan, den Polen mit Hilfe von Stationen auf den Leib zu rücken, welche nach einander mit allen für eine derartige luftige „Expedition nach den eisigen Enden der Welt“ nöthigen Dingen genügend verproviantirt werden sollen, bis dann schliesslich von der letzten aus das bisher unerreichte äusserste Eis-Bollwerk unserer alten Erde gestürmt werden kann.

Schluss-Bemerkung.

Wie schon oben bemerkt wurde, ist zur Zeit auf Kapitain Petersen's Brocklyner Luftschiffs-Werfte Alles Leben und Arbeit. Hoffnungsvolle Gesichter, wohin man blickt! Und so haben wir denn auch hoffentlich nicht nur bereits im nächsten Sommer das Vergnügen, unserem unternehmenden Landsmann zur glücklichen Vollendung seines „Luftschiff-Zuges“ Glück zu wünschen, sondern es ist dann auch die Zeit nicht mehr fern, dass im Gefolge dieser Lösung des letzten aëronautischen Problems das die Welt nicht minder vexirende Nordpol-Problem von der Liste der Probleme gestrichen wird. Kapitain Petersen's erfinderischer Sinn, seine Ausdauer und seine vor keinem Opfer zurückschreckende Hingabe an die Sache, verdienen beides im vollsten Maass.“

— — — — — — — — — — — — — — — — — — — —

Das „New-Yorker Sonntags-Journal“ scheint überhaupt für das Petersen'sche Unternehmen ganz besonders interessirt zu sein. Unter Anderem brachte es auch folgende Mittheilung:

„Kapt'n C. W. Peterson's Luftschifffahrts-Co.

Die Aktionäre dieser Gesellschaft hielten in der „Kongress-Halle“ eine General-Versammlung ab. 34,351 Aktien waren vertreten. Experimente mit dem im „Sonntags-Journal“ schon weitläufig beschriebenen Luftschifffahrts-Modell wurden angestellt und fielen zur grössten Zufriedenheit der Anwesenden aus. Das Modell erregte ge-

rechte Bewunderung. Da das Kapital für den Bau eines Luftschiffes eingezahlt ist, so wurde die sofortige Inangriffnahme der Konstruktion eines solchen beschlossen.

Diese wird unter der persönlichen Leitung des Erfinders und des Präsidenten der Gesellschaft, Kapt'n Petersen, stattfinden. — Folgende Herren wurden zu Trustees der Gesellschaft gewählt: Aus New-York: Henry Lindememeyer, 17 Beekman St., Gustav L. Jäger, 136—138 Mulbery Str., Philipp Frank, 1656 1. Ave., George Kleemann, W. 89. Str. und 9. Ave. Valentin Müller, 245 E. 81. Str. Aus Brooklyn: Hugo Hirsch, 16 Court Str., Adolf Allerich, 569 De Kalb Ave., Wilh. Christensen, 152 Baltic Str., Thomas Jensen, 435 Fulton Str., John D. Müller, 206 5. Ave., Carl W. Petersen, 262 13. Str. Alle diese Herren nehmen Subskriptionen für Aktien und für den Baufond entgegen. Das Unternehmen nimmt den besten Fortgang."

Um das Publikum zum Geldhergeben anzuregen, bringt das „New-Yorker Sonntags-Journal" Anzeigen, wie die folgende:

„Eine günstige Kapital-Anlage.

Die „Aerial Navigation Company", deren Präsident Kapt. Petersen endlich die bis jetzt unlösbare Luftschifffahrt absolut gesichert hat, hat noch einige Shares zum par-Werth von Doll. 2,00 zu verkaufen. Anfragen sind an die Office dieses Blattes zu richten."

Aus anderen, die „Erfindung" des Kapitains Petersen betreffenden Veröffentlichungen, welche uns im Original nicht vorliegen, theilt uns ein gegenwärtig in New-York lebendes Mitglied des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt einiges mit. Herr Petersen behauptet darnach, es sei seine Idee, dem Ballon die Gestalt eines wagerecht liegenden Cylinders zu geben, niemand habe vor ihm diesen Einfall gehabt; zwar werde erzählt, dass der Wiener Feuerwerker Johann Georg Stuwer schon im Jahre 1784 einen cylindrischen Ballon gebaut habe*), allein dies sei nicht wahr, der Stuwer'sche Ballon habe gar nicht Cylindergestalt gehabt; neuerdings sei freilich der Renard-Krebs'sche Ballon von Meudon cylindrisch konstruirt worden, allein Kapitain Renard habe von ihm, dem Kapitain Petersen, die Cylindergestalt gestohlen und dieselbe nur etwas geändert, damit man den Diebstahl nicht merken solle; er (Petersen) sei überhaupt fortwährend von französischen Spionen umgeben, die seine Erfindung auszukundschaften und ihm seine Gedanken abzulauschen suchten.

Eine ernste Widerlegung solcher Behauptungen erscheint überflüssig, wir würden in unserer Zeitschrift davon überhaupt gar keine Notiz genommen haben, wenn nicht mehrfach Nachrichten über das im Bau begriffene angeblich lenkbare Luftschiff des Kapitains Petersen auch in die europäische Presse übergegangen wären. Weil das Letztere geschehen, erschien es uns nothwendig, die Sache als dasjenige zu kennzeichnen, was sie wirklich ist. Dazu genügen unserer Ansicht nach die vorstehenden Angaben und Citate, wonach sich unsere Leser ihr Urtheil bilden mögen.

*) Näheres über Stuwer siehe in Moedebeck, Die Luftschifffahrt, Theil I, Seite 72 und flgde.

Druck von Otto Elsner, Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Gneisenau-Strasse 28.
Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

V. Jahrgang. 1886. Heft VII.

Der Luftwiderstand im Allgemeinen und in seiner besonderen Beziehung auf Luftschifffahrt.

Ein Vortrag, gehalten im Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien am 10. März 1886 von **Friedrich Ritter v. Lössl,** Oberingenieur a. D.

(Schluss.)

Berechnet man ferner den direkten und gesammten Stirnwiderstand der Taube und die zur Ueberwindung desselben erforderliche Arbeitskraft, so findet man, dass der horizontale Flug dann mit dem kleinsten Arbeitsbedarf, also mit der thunlichsten Kraftökonomie vollführt wird, wenn die Winkelstellung 8 Grad und die Eigengeschwindigkeit 16 Sekundenmeter beträgt.

Bei der feiner gebauten Brieftaube, deren Gewicht und Stirnwiderstand etwas geringer ist, ergiebt sich die Fluggeschwindigkeit von circa 20 Sekundenmeter als die ökonomischeste und also auch diejenige, welche sie bei ihren Fernflügen in Anwendung zu bringen Ursache hat. Wenn sich gleichwohl aus den von Brieftauben wirklich zurückgelegten Distanzen und dazu gebrauchten Zeiträumen manchmal eine noch grössere Geschwindigkeit entziffert, so ist dies recht wohl aus dem Umstande zu erklären, dass das Luftmedium, welches die fliegende Taube umgiebt und ihren alleinigen Stützpunkt bildet, während des Fluges für sich selbst dem Reiseziele zuströmte und die Flugbahn der Taube abgekürzt hat.

Es scheint einer jeden Vogelart eine ihr eigenthümliche mittlere Fluggeschwindigkeit verliehen zu sein, welche für den Kraftbedarf bei horizontaler Flugrichtung die ökonomischeste ist und weder gesteigert, noch auch ver-

mindert werden kann, ohne einen Mehraufwand an Kraft zu bedingen. Nebenbei ist aber gleichzeitig gewiss, dass die Vögel zeitweise und für einzelne Distanzen noch viel grössere als die besagten mittleren Fluggeschwindigkeiten vollbringen und dabei sogar jeden Kraftverbrauch ersparen können, wenn sie nämlich nicht in horizontaler Richtung geradeaus, sondern in schiefer Linie abwärts fliegen, wobei ihre eigene, den Muskeln entstammende Betriebskraft durch die Wirkung der Gravitation ersetzt wird. Freilich kann dies nur dann geschehen, wenn sie die Höhe, aus welcher sie sich herablassen, schon früher durch eine vermehrte Kraftentfaltung erstiegen haben. Vielen Vogelarten scheint das wechselweise Steigen und Fallen, d. i. der sogenannte Wellenflug, eine Erleichterung ihres Kraftaufwandes zu bieten.

Es würde zu weit führen, nun auch den komplizirten Inbegriff des Flügelschlages der Vögel oder anderer Flugthiere in Bezug auf das Widerstandsgesetz näher erörtern zu wollen. Im Allgemeinen muss jeder Flügelschlag mit solcher Energie und momentaner Geschwindigkeit geführt werden, dass ein hinlänglich grosser Luftwiderstand erzeugt wird, welcher dem Vogel die seinem Gewichte fehlende feste Unterstützung zu ersetzen vermag. Der Niederschlag der Flügel erfolgt gewöhnlich nicht in rein vertikaler Richtung, damit ausser der grösseren Kraftkomponente, welche den Auftrieb erzielt, auch noch eine kleinere Komponente zur Vorwärtsbewegung, resp. zur Ueberwindung des direkten Stirnwiderstandes sich ergiebt. Ist einmal eine bestimmte Vorwärtsbewegung mit der zum Schwebeflug nöthigen Geschwindigkeit erreicht, so haben die weiteren Flügelschläge nur mehr die Aufgabe, die durch den Stirnwiderstand verursachten Kräfteverluste wieder zu ersetzen.

Und so verlassen wir den Vogelflug, um wieder zu dem konkreten Luftwiderstandsgesetz zurückzukehren.

Es hat sich bei der Beobachtung sowohl der rechtwinkelig als der schief gegen die Bewegungsrichtung der Luft gestellten Flächen der merkwürdige Umstand ergeben, dass kleine und grosse Flächen einen proportional ganz gleichen Widerstandsdruck empfangen. Auch diese Thatsache wurde von jeher bezweifelt und widersprochen, indem einerseits noch jetzt geglaubt wird, dass bei grösseren Flächen ein proportional grösserer Widerstand auftrete, als bei kleineren, und andererseits das gerade Gegentheil behauptet wird. Meine eigenen Experimente beweisen, dass eine Versuchsfläche von 10 000 Quadratzentimeter Inhalt, unter sonst gleichen Umständen, genau 1000 mal mehr Druck empfängt, als eine Versuchsfläche von 10 Quadratzentimeter. Hieraus folgt, dass die aufgestellten Formeln für alle beliebigen Grössenverhältnisse von Flächen und folgerichtig auch von Körpern gleichmässige Giltigkeit haben und keines Koëffizienten bedürfen, welcher von der Flächengrösse abhängig wäre.

Ebenso hat sich experimentell herausgestellt, dass auch die geometrische Figur, welche eine Fläche bildet, für deren Luftwiderstandsverhältnisse

ganz gleichgiltig ist und das Quadratausmaass der Fläche für sich ganz allein von entscheidender Bedeutung ist. Das Experiment zeigte, dass auf einer Fläche, welche z. B. 1 Quadratmeter umfasst, keine Aenderung des Widerstandsverhältnisses eintritt, ob sie nun die Form eines Quadrates oder eines Dreieckes, oder einer Scheibe, oder eines langgestreckten Rechteckes u. s. f. besitzt. Diese Thatsachen der proportional sich gleichbleibenden Widerstandsgrösse sind allerdings geeignet, jeden auf diesem Gebiete thätigen Fachmann und insbesondere auch den Experimentator selbst zu überraschen, wenn man nämlich von der üblichen Vorstellung ausgeht, dass der gegen eine Fläche gerichtete Luftstrom wirklich auf die Fläche auffällt. Hierbei müssten diejenigen Luftstrahlen, welche die Mitte der Fläche treffen, einen weiteren Weg bis zum Rande der Fläche zurücklegen, um nach der Seite auszuweichen, als jene Luftstrahlen, welche ohnedies in der Nähe des Randes auffallen. Die Zurücklegung des weiteren Weges müsste auch eine intensivere Widerstandswirkung verursachen, und folgerichtig würde auf grossen Flächen durch das allgemein erschwerte Ausweichen der Luftstrahlen überhaupt ein grösserer Effekt hervorgebracht, als auf kleinen oder schmalen Flächen. Die Sache verhält sich aber ganz anders, indem die Fläche innerhalb ihrer Ränder überhaupt von keinen Luftstrahlen getroffen wird. Es baut sich vielmehr auf jeder dem Luftstrome entgegengestellten Fläche und ebenso auf jedem körperlichen Objekte ein Hügel von ruhender Luft auf, dessen Böschungen als Gleitflächen der bewegten Luftstrahlen dienen. Die Gestalt dieses Hügels gleicht, je nach der Konfiguration seiner Basis, einer Pyramide, einem Kegel, einem Keil u. s. w. (deren Spitze oder Schneide nur dann über dem Schwerpunkte der Basis liegt, wenn letztere rechtwinkelig gegen den Luftstrom gestellt ist). Der herankommende Luftstrom theilt sich an der Spitze oder Schneide des Hügels und gelangt längs der Gleitflächen, welche allseits den nämlichen Neigungswinkel (β) besitzen, an die äusseren Ränder des Objektes. Die in dem Hügel enthaltene Luft befindet sich unter der von allen Seiten gleichartigen Inanspruchnahme im statischen Gleichgewichte, erleidet eine entsprechende Kompression und überträgt schliesslich den empfangenen Druck ganz gleichmässig auf ihre Unterlage. Dies ist der wesentliche Vorgang bei regelmässig gestalteten Versuchsobjekten, wenn sie in gleichmässiger Bewegung mit der unbegrenzten ruhigen Luft zusammentreffen. Bei unregelmässig gestalteten Flächen- und Körperformen und bei ungleich fliessenden Luftströmen ergiebt sich selbstverständlich eine grosse und wechselvolle Mannigfaltigkeit von Hügelbildungen, welche theoretisch nicht mehr verfolgt und zergliedert werden können. Man kann sich von der prinzipiellen Richtigkeit der Hügelbildung leicht überzeugen, wenn man in der Mitte einer quadratisch geformten Versuchsfläche ein Licht befestigt und dann die Fläche gegen die stillstehende Luft vorwärts treibt. Bei jeder beliebigen Geschwindigkeit der Bewegung wird die Flamme ruhig fortbrennen, ohne nach irgend einer Seite gebeugt zu werden, und hierdurch den Beweis liefern, dass sie von keinem strömen-

den Luftstrahle getroffen wird, und noch weniger die hinter der Flamme liegende Mitte der Fläche. Man kann das Licht gegen die Ränder der Fläche und auch in der Mitte der Fläche auf eine bestimmte Entfernung nach vorwärts verschieben, ohne dass es auch in dieser Stellung von der strömenden Luft getroffen wird. Betrachtet man den Vorgang genauer, so findet man, dass der auf der Fläche sich aus ruhiger Luft aufbauende Hügel die Form einer Pyramide hat, deren Seitenflächen den Neigungswinkel (β) von 45 Grad besitzen. Der ganz gleiche Vorgang kann an der Rückseite der Versuchsfläche beobachtet werden; jedoch besteht hier die Luftpyramide nicht aus komprimirter Luft, sondern muss aus verdünnter Luft bestehen. Die Spitze der rückwärtigen Pyramide ist selbstverständlich der Punkt, in welchem der durch die Fläche auseinander gedrängte Luftstrom wieder in seine parallelfliessende Anordnung vollends zusammentritt.

Aber nicht blos bei der Luft, sondern auch bei anderen Medien, durch welche Flächen oder Körper hindurchgedrängt werden, tritt die Erscheinung der Hügelbildung auf. Beim Einrammen von Piloten in einem Terrain, welches aus plastischer, verschieblicher Thonerde bestand, wurde die den Bauführer überraschende Wahrnehmung gemacht, dass mehrere eichene $^1/_2$ Meter dicke Piloten, deren unteres Ende rechtwinkelig abgeschnitten und aus Versehen nicht zugespitzt worden war, sich mit der gleichen Anzahl von Schlägen der Dampframme und im gleichen Tempo wie die zugespitzten Piloten einrammen liessen. Als dann behufs Klarlegung des Phänomens einige dieser stumpfen Piloten bis unterhalb ihres unteren Endes ausgegraben wurden, ergab der Augenschein, dass sich an die horizontale Schnittfläche des Eichenholzes ein aus stark komprimirter Thonerde bestehender, ziemlich scharf zugespitzter Kegel angesetzt hatte, welcher die Stelle der fehlenden Holzspitze ersetzte und wie diese mit seinen seitlichen Gleitflächen das ihn umgebende Medium auseinander drängte. Dieser Fall bildet eine sichtbare Analogie zur Hügelbildung bei Durchdringung des Luftmediums. Solche aus ruhiger Luft sich bildende Hügel oder adhärirende Bedeckungen erklären auch die experimentelle Wahrnehmung, dass es keinen Unterschied mache, ob die Stirnfläche eines gegen die Luft bewegten Objektes rauh oder glatt sei. Es werden ja nur die äussersten Ränder eines solchen Objektes von den abgleitenden Luftstrahlen wirklich tangirt, und auch hier scheinen rauhe Stellen von einem adhärirenden dünnen Lufthäutchen derart eingehüllt zu werden, dass keine Steigerung des Luftwiderstandes eintritt und nur das Objekt nach Maassgabe der rauhen Hervorragungen und der Dicke des Lufthäutchens als vergrössert anzusehen ist.

Somit können wir die Widerstandsverhältnisse bei ebenen Flächen jetzt verlassen und auf das Verhalten der erhabenen Oberflächen körperlicher Objekte übergehen.

Ein mit der Schneide gegen die Luft gekehrter Keil verhält sich ebenso, als wenn seine Seitenflächen mit der gleichen Schiefstellung einzeln gegen die Luft bewegt würden.

Bei einem pyramidenförmigen Körper, welcher drei oder vier Seiten hat und mit seiner Spitze gegen die Luft sich bewegt, ist gleichfalls der Widerstand ebenso gross, wie dessen einzelne Seitenflächen unter dem nämlichen Schiefstellungswinkel ergeben würden. Besitzt jedoch die Pyramide mehr als vier Seiten, so nähert sich ihr Widerstandsverhältniss jenem eines Kegels und wird etwas geringer.

Der Widerstand eines mit der Spitze gegen die Luft gerichteten Kegels zeigt sich in Wirklichkeit kleiner, als wenn man ihn als vielseitige Pyramide betrachtet und seine Mantelfläche in Rechnung nimmt. Am einfachsten erhält man das Widerstandsverhältniss des Kegels, wenn man den Druck auf die rechtwinkelig gestellte Kreisfläche seiner Basis berechnet und das Resultat durch den Divisor sin α + ctg α theilt. (Die Formel heisst:

$$W_{ke} = \frac{f}{\sin\alpha + \operatorname{ctg}\alpha} v^2 \frac{\gamma}{9,81} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (V)$$

worin f den Flächenraum der Basis und α den halben Winkel an der Kegelspitze bedeutet.)

Indessen haben die Luftwiderstandsverhältnisse der Keile, Pyramiden und Kegel für das praktische Leben nur eine untergeordnete Bedeutung.

Wichtiger ist das für die Cylinderform bestehende Widerstandsverhältniss. Wenn ein Cylinder rechtwinkelig mit seiner Achse der Luftbewegung entgegensteht, so ist die Wirkung genau ebenso gross, als wenn man die Fläche des durch die Achse geführten Längenschnittes des Cylinders rechtwinkelig dem Luftstosse aussetzt und von dem resultirenden Betrage zwei Drittel nimmt. (Die Formel lautet:

$$W_{cy} = {}^2/_3 f v^2 \frac{\gamma}{9,81} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (VI)$$

worin f die Fläche des Cylinder-Längenschnittes bezeichnet.) Dieses Verhältniss wurde jüngst auch von anderer Seite experimentell aufgefunden.

Wenn also beispielsweise der Schaft einer runden Säule oder eines cylindrischen Hochkamines, welcher die Höhe von 15 Meter und die Dicke von 1,2 Meter besitzt, einem Sturmwinde von 25 Sekundenmeter Geschwindigkeit, d. i. 90 Kilometer per Stunde, ausgesetzt ist, so beträgt der zu leistende Widerstand 832 Kilogramm, während eine viereckige Form von gleicher Höhe und Dicke um die Hälfte mehr Widerstand zu leisten hätte, nämlich 1 248 Kilogramm.

Von grosser praktischer Bedeutung ist die Kenntniss des Luftwiderstandes bei einer Kugel. Hierüber sind, wie bei allen anderen Partien der Luftwiderstandsgesetze, von jeher sehr verschiedene Ansichten und Behauptungen aufgestellt worden. Auf Grund meiner eigenen sorgfältigen Experimente muss ich dem Lehrsatze beipflichten, dass der Kugelwiderstand genau ebenso gross ist, als wenn ein Drittel der grössten Durchschnittsfläche der Kugel rechtwinkelig dem Luftstrome entgegengestellt wird. (Die Formel hierfür lautet:

$$W_{ku} = \frac{f}{3} v^2 \frac{\gamma}{9,81} \quad \text{(VII)}$$

worin f die Fläche des grössten Kugeldurchschnittes bedeutet.)

Nebenbei sei bemerkt, dass auch auf der dem Luftstrome entgegengestellten Kugel die früher besprochene Hügelbildung stattfindet, und zwar in Kegelform, sowohl auf der Vorderseite, als auch auf der Rückseite. Die in beiden Kegeln enthaltene und der Kugel adhärirende ruhige Luft scheint zufolge meiner Untersuchungen einen Kubikinhalt zu besitzen von nicht weniger als 0,7 des Kugelinhaltes.

Ein naheliegendes Beispiel für den Kugelwiderstand bildet ein Gasballon, wenn derselbe als allseitig kugelförmig angesehen wird. Für einen solchen Ballon mit 20 Meter Durchmesser beträgt der gegen eine Luftgeschwindigkeit von 5 Sekundenmeter zu leistende Widerstand 345 Kilogramm, gegen die Luftgeschwindigkeit von 10 Sekundenmeter der Widerstand 1382 Kilogramm. Wollte man den Ballon mit denselben Geschwindigkeiten gegen die ruhende Luft fortdauernd vorwärtstreiben, so bedürfte man im ersteren Falle einer effektiven Betriebskraft von 1725 Sekundenmeter-Kilogramm, d. i. 23 Pferdekräfte, und im zweiten Falle von 13 820 Sekundenmeter-Kilogramm, d. i. 184 Pferdekräfte. Wollte man diesen Ballon etwa gar mit Eisenbahngeschwindigkeit in der Luft vorwärtstreiben, also mit der Geschwindigkeit von etwa 20 Sekundenmeter, d. i. 72 Kilometer per Stunde, so wäre hierzu eine Antriebskraft von beiläufig 1475 Pferden erforderlich. Selbstverständlich reicht der Gasinhalt eines Ballons von 20 Meter Durchmesser bei Weitem nicht hin, um eine Motormaschine von solcher Leistungsfähigkeit nebst allen Zubehörnissen und Vorräthen mitzutragen, und andererseits kann eine Ballonhülle den Angriff solcher Kräfte nicht aufnehmen, ohne zerstört zu werden. Einen Ballon mit der Geschwindigkeit von 20 Sekundenmeter vorwärts bewegen zu wollen, ist das Nämliche, als wenn man ihn vom Erdboden aus festhält und ungedeckt einem Windstosse von 20 Sekundenmeter Geschwindigkeit preisgiebt. Bis jetzt sind alle Ballons bei weit geringerem Angriffe in Fetzen zerrissen worden.

Ich scheue mich nicht, auszusprechen, dass es vermöge des Luftwiderstandsgesetzes niemals gelingen kann, einem Kugelballon eine praktisch nutzbare Eigengeschwindigkeit zu verleihen, oder, wie man zu sagen pflegt, ihn lenkbar zu machen. Die Lenkbarkeit oder Steuerungsfähigkeit eines Fahrzeuges hat immer zur Voraussetzung, dass dasselbe eine Eigengeschwindigkeit besitze.

Es ist wohl überflüssig, hieran die Bemerkung zu knüpfen, dass die seitherigen Ballonfahrten, wobei oft erstaunliche Distanzen in kurzer Zeit zurückgelegt wurden, nicht auf Eigenbewegung und selbstständiger Leitung beruhen, sondern auf dem Umstande, dass das Luftmedium, welches den Ballon einhüllt und festhält, in irgend einer Richtung fortströmt und den im Medium stillstehenden Ballon willenlos nach jener Richtung mit forträgt.

So kann auch ein Vogel, welcher in einem Käfige festgehalten ist, überall hingelangen, ohne dass er dorthin fliegt oder von der Stelle sich bewegt.

Vergleicht man den Luftwiderstand einer Kugel mit dem Widerstande eines Kegels, so findet man, dass, bei gleichem Durchmesser der Kugel und der Kegelbasis, die beiderseitigen Widerstände dann einander gleich werden, wenn der halbe Winkel (α) an der Kegelspitze 20° 40′ misst. In diesem Falle beträgt nämlich der Kegelwiderstand ebenfalls so viel, als wenn man ein Drittel seiner Basisfläche oder der Kugelfläche dem Luftstosse aussetzt.

Wenn kegelförmige Körper noch schärfer zugespitzt sind, so bieten sie auch noch geringere Widerstandsverhältnisse. Eine Zuspitzung mit zweimal 11° 50′ ergiebt ein Widerstandsverhältniss von ein Fünftel der Basisfläche und eine Zuspitzung mit zweimal 5° 50′ ein Widerstandsverhältniss von ein Zehntel der Basisfläche. Die Zuspitzung eines Körpers ist also überhaupt ein Mittel, um dessen Luftwiderstand fast beliebig zu verringern. Da aber die schärfere Zuspitzung eine immer zunehmende Verlängerung des Körpers bedingt, so wird es zuletzt schwierig, die Achse der Zuspitzung genau gegen die Luftbewegung einzustellen, und überdies macht sich bei verhältnissmässig sehr langen Körpern ausser dem eigentlichen Luftwiderstande eine von diesem wohl zu unterscheidende Seitenreibung geltend.

Auf der kegelförmigen Zuspitzung beruht in der Hauptsache auch der sehr geringe Stirnwiderstand, welchen ein fliegender Vogel zu überwinden hat. Wenn wir noch einmal auf eine fliegende Taube gewöhnlicher Sorte zurückkommen und deren Kopf mit gerade vorgestrecktem Schnabel und anschliessendem Hals nebst Brust und Leib betrachten, so erkennen wir einen Kegel, welcher den approximativen Zuspitzungswinkel von zweimal 8 Grad besitzt. Hierzu bilden die seitlich hervortretenden Flügelarme schneidige Keile, welche mit dem Winkel von zweimal 10 Grad zugeschärft sind. Die Rechnung zeigt, dass hierdurch bei der Fluggeschwindigkeit von 14,5 Sekundenmeter sich ein Stirnwiderstand ergiebt, welcher 11 Gramm beträgt und zu seiner fortdauernden Ueberwindung eine Arbeit von 0,159 Sekundenmeter-Kilogramm beansprucht. Bei einer feiner gebauten Brieftaube wird der Stirnwiderstand wohl auch erheblich geringer sein.

Zwischen der Form einer Kugel und eines Kegels liegen noch viele andere Arten von Abrundung und Zuspitzung, welche den Stirnwiderstand eines Körpers gegen die Luft mehr oder weniger vermindern, z. B. die elliptische und parabolische. Nach dem Vorhergehenden dürfte deren besondere theoretische Analyse in Hinsicht des Luftwiderstandes kaum mehr erforderlich sein. Eine aus verschiedenen Kurven zusammengesetzte Zurundung nennt man allgemein die ogivale Form. Diese steht hauptsächlich dort in Anwendung, wo es sich darum handelt, dem gegen den Luftwiderstand zugespitzten Körper eine nicht allzu grosse Länge und Oberfläche zu geben, sondern ihm einen verhältnissmässig grossen Kubikinhalt zu sichern. Aus

diesem Grunde sind in der Ballistik die weittragendsten Geschosse bei kurzer Länge cylindrisch-ogival zugerundet.

Da die Widerstandsverhältnisse in der Luft sich ähnlich wie jene im Wasser verhalten, so kann als Beispiel von ogivalen Formen auch das Vordertheil vieler Fischarten angeführt werden. Sehr vollkommen ist diese Form namentlich bei der schnellschwimmenden Forelle ausgebildet. Die gelungenste künstliche Nachahmung derselben finden wir bei dem Whiteheadschen Torpedo, nur mit dem nebensächlichen Unterschiede, dass dessen Querschnitt nicht länglich, sondern kreisrund gebildet ist. Hierbei ist mit einem möglichst grossen Kubikinhalte das erreichbare allergünstigste Widerstandsverhältniss vereinigt. Letzteres ergiebt sich mit beiläufig ein Siebentel der grössten Querschnittsfläche.

Wieder zur Luft zurückkehrend, finden wir nun auch hier die Forellen- oder Torpedoform nachgeahmt. Schon seit Erfindung des Luftballons, also seit einem Jahrhundert, hat man sich fortwährend bemüht, der Ballonhülle zum Zwecke ihrer Vorwärtsbewegung gegen die Luft eine günstigere Gestalt als die einer Kugel zu verleihen. Unter der allgemeinen Bezeichnung „Zigarrenform“ wurden allerlei längliche Körper mit konischen, elliptischen und ähnlichen Zuspitzungen konstruirt, welche dem angestrebten Zwecke mehr oder weniger nahe kamen. Je länglicher aber die Ballonform und Zuspitzung ausfiel, desto mehr machte sich der Uebelstand geltend, dass das Verhältniss der Oberfläche, sowie des Gewichtes der Ballonhaut sich zum Gasinhalte und zu dessen Auftriebskraft verschlechterte. Je günstiger nämlich der Luftwiderstand, desto schwächer die Tragkraft für den Motor. Alle Versuche, welche von den bedeutendsten Ballontechnikern unternommen wurden, wie von Heinrich Giffard 1852, Dupuy de Lôme 1872, Paul Haenlein 1873, Albert und Gaston Tissandier 1883, führten nur zu zweifelhaften und jedenfalls für praktische Benützbarkeit unzulänglichen Resultaten. Den entschieden gelungensten Versuch produzirten in neuester Zeit, nämlich im Jahre 1884, die Herren Charles Renard und Arthur Krebs, Kapitäne in den französischen aëronautischen Werkstätten zu Meudon bei Paris. Indem sie der Ballonhülle die möglichst annähernde Gestalt einer Forelle, resp. eines Fischtorpedos gaben und die Gondel sammt Antriebsapparaten in langgestreckter, versteifter Form mit dem Bauche des Ballonkörpers in fixe Verbindung brachten, haben sie ohne Zweifel diejenige Konstruktionsart wirklich gefunden, welche mit dem möglich geringsten Luftwiderstande die möglich grösste Tragkraft verbindet. Zudem brachten sie einen elektrischen Motor in Anwendung, welcher das günstigste bisher erreichte Verhältniss zwischen Gewicht und Leistungsfähigkeit darstellt.

Die Länge des Ballons war 50,4 Meter, sein grösster Durchmesser 8,4 Meter, die Fläche seines grössten Querschnittes 55,4 Quadratmeter, sein Kubikinhalt 1 864 Kubikmeter und die Tragfähigkeit seiner Wasserstoffgasfüllung 2000 Kilogramm. Berechnet man für seine vordere ogivale Zuspitzung

den Luftwiderstand aus den betreffenden Formeln, so findet man, dass derselbe ein Siebentel und mit Einbeziehung aller Anhängsel des Ballons annähernd ein Sechstel desjenigen Widerstandes beträgt, welcher der rechtwinkelig gestellten Fläche seines grössten Querschnittes zukäme. Hieraus entziffert sich seine wirksame Widerstandsfläche mit 9,2 Quadratmeter. Aus den Weglängen, welche der Ballon gegen die Luft zurücklegte, und den Zeiträumen, welche er hierzu verbrauchte, ergab sich seine Eigengeschwindigkeit mit $4^1/_2$ bis vielleicht 5 Sekundenmeter. Berechnet man aus der Geschwindigkeit von $4^1/_2$ Sekundenmeter den von dem Ballon zu überwindenden Luftwiderstand (bei dem Einheitsgewicht der Luft von 1,2 Kilogramm), so ergiebt sich derselbe mit 22,8 Kilogramm, und aus der Geschwindigkeit von 5 Sekundenmeter mit 28,1 Kilogramm. Die zur fortdauernden Ueberwindung dieses Widerstandes erforderliche Betriebskraft entziffert sich dann mit 103 Sekundenmeter-Kilogramm, bezw. 141 Sekundenmeter-Kilogramm, d. i. 1,4 bis 1,9 Pferdekräfte. Die Motorbatterie besass nach der offiziellen Angabe der Erfinder eine primäre Kraft von 250 Sekundenmeter-Kilogramm. Schätzt man den Kraftverlust in der Maschine und in dem Apparate der Luftschraube auf je 25 Prozent und zusammen auf 50 Prozent, so verbleiben als wirklich thätiger Nutzeffekt 50 Prozent, d. i. 125 Sekundenmeter-Kilogramm oder $1^2/_3$ Pferdekräfte, so dass also zwischen Thatsache und Rechnung volle Uebereinstimmung besteht.

Wie gesagt, ist die Renard-Krebs'sche Ballonkonstruktion unter allen, welche bisher versucht wurden, die vollkommenste, und es lässt sich nicht denken, wie bei einer bestimmten Tragkraft ein noch geringeres Widerstandsverhältniss erzweckt werden könnte. Aber gerade diese höchste Vollkommenheit eröffnet eine trübe Aussicht für die Zukunft des Ballonwesens. Die erreichte Eigengeschwindigkeit von circa 5 Sekundenmeter ist gegenüber den gewöhnlich vorkommenden Luftströmungsgeschwindigkeiten, welche in höheren Luftschichten 10, 20 und mehr Sekundenmeter betragen, so gering, dass dadurch die Möglichkeit, bestimmte Fahrtrichtungen einschlagen zu können, keineswegs geboten wird. Es gelang den Erfindern Renard und Krebs mit äusserster Aufmerksamkeit und Vorsicht, sowie von seltenem Glücke begünstigt, zweimal*), zu ihren kurzen Versuchsfahrten eine totale Windstille zu benutzen, so dass sie mittelst der Eigengeschwindigkeit von 5 Sekundenmeter zu ihrem Abfahrtsorte wieder zurückkommen konnten; sie haben auch die Hoffnung ausgesprochen, die Fahrtgeschwindigkeit später auf 10 Sekundenmeter und mehr steigern zu können. Das Widerstandsgesetz zeigt jedoch,

---

*) Herr v. Lössl kannte zur Zeit, als er diesen Vortrag hielt, wohl noch nicht den Bericht, den Kapitän Renard am 23. November 1885 in der Akademie der Wissenschaft zu Paris verlesen. (Siehe Heft I., S. 22 dieses Jahrgangs unsrer Zeitschrift.) Darnach ist der Renard-Krebs'sche Ballon nicht nur zweimal, sondern fünfmal zum Auffahrtsorte zurückgekehrt. Diese Thatsache ist jedoch für die Bedeutung der Lössl'schen Ausführungen unwesentlich. D. Red.

dass die Verdoppelung der Fahrtgeschwindigkeit eine Vervierfachung des Luftwiderstandes und eine Verachtfachung des Bedarfes an Betriebskraft mit sich bringt. Es ist nicht abzusehen, wie die Tragfähigkeit des Ballons soweit gesteigert oder die Motormaschine bei gleichem Gewicht so weit verstärkt werden könnte, um einen achtfach stärkeren Antrieb vollführen zu können. Wollte man dem Renard-Krebs'schen Ballon vollends gar die Eigengeschwindigkeit eines Eisenbahnzuges, also mit 20 Sekundenmeter, d. i. 72 Kilometer per Stunde verleihen, so würde sich der Luftwiderstand versechzehnfachen und der Bedarf an Antriebskraft auf das 64fache steigen, also statt der jetzigen $1^2/_3$, dann $106^2/_3$ Pferdekräfte betragen. Alles und Alles zusammengenommen dürfte die Furcht nicht unbegründet sein, dass die Renard-Krebs'sche, an sich höchst verdienstliche Errungenschaft weniger als der Anfang einer neuen gedeihlichen Luftschifffahrts-Aera, sondern vielmehr als der Abschluss der jetzt hundertjährigen, auf die Herstellung lenkbarer Luftballons gerichteten Bemühungen anzusehen sei. Man muss daher auf weitere Versuche und Fortschritte in dieser Richtung sehr gespannt sein.

Hiervon wird das andere, nämlich das sogenannte aviatische Gebiet der Flugtechnik, wobei der Drachen- und der Vogelflug das Vorbild ist, nicht berührt, und es wird Aufgabe der betreffenden Fachmänner sein, auf diesem Gebiete mit Hilfe der nun feststehenden Luftwiderstandsgesetze ihre Studien und Versuche mit vereinten Kräften zu konzentriren.

Der Luftschifferpark in der italienischen und in der russischen Armee.

Aus dem Bulletin de la Réunion des officiers [17. April 1886]
übersetzt von **Moedebeck.**

Die Frage über die Organisation des Luftschifferdienstes im Auslande zum Zwecke von Rekognoscirungen im Kriege ist in letzterer Zeit häufiger aufgetaucht; es dürfte daher wohl einem allgemeinen Wunsche nachgekommen werden, wenn wir eine kurz gefasste Beschreibung des Materials, aus welchem der italienische Luftschifferpark besteht, geben, um zu zeigen, wie weit man daselbst in Bezug auf den Gegenstand ist.

Die Konstruction des Materials wurde dem Ingenieur Gabriel Yon aus Paris anvertraut, der in der Aëronautik bereits vortheilhaft bekannt ist durch seine Theilnahme an den ersten Lenkbarkeitsversuchen von Giffard und durch den Bau der Kaptifballons, die auf den Weltausstellungen von London und Paris Aufsehen erregt haben. Der Ingenieur Yon hatte auch unter der Leitung von Dupuy de Lome an dem im Jahre 1872 versuchten lenkbaren Ballon gearbeitet. Man kannte demnach schwerlich einen Ingenieur, dessen aëronautisches Wissen spezieller und besser sein konnte.

Folgendes sind nun die Hauptbedingungen, welche das Muster eines trans-

portfähigen gefesselten Ballons, um den es sich bei dem Versuche handelte, erfüllen muss. Diese Bedingungen, welche bezweckten, für das System Einfachheit und Brauchbarkeit zu gewährleisten und gleichzeitig damit Sicherheit und grosse Manövrirfähigkeit zu verbinden, waren ihrer Zahl nach fünf:

1) Der Ballon muss zwei Menschen bis zu einer Höhe von 500 Meter tragen können.

2) Der Ballon muss in der Höhe von 500 Meter einen genügenden Auftrieb besitzen, um bei einem von 10 Meter in der Sekunde ein leichtes Arbeiten des Apparates zu gestatten.

3) Der Ballon muss sich bis zur Höhe von 500 Meter in 10 Minuten erheben und mit ebenderselben Geschwindigkeit zur Erde wieder herabgezogen werden können.

4) Der Apparat, welcher den Ballon mit dem Erdboden verbindet, muss während der Kaptiffahrt transportirt werden können.

5) Die Operation der Füllung des Ballons muss sich in ungefähr drei Stunden vollziehen.

Unter Zugrundelegung dieser besonderen Bedingungen erdachte und konstruirte der Ingenieur Yon ein Muster eines transportablen gefesselten Ballons, der 3 Haupttheile umfasst:

1) das eigentliche aërostatische Material,
2) der schnell und ununterbrochen arbeitende Gaserzeuger,
3) die Dampfwinde für das Kabel, an dem der Ballon befestigt ist.

1. Das eigentliche Ballon-Material.

Es besteht aus einem seidenen kugelförmigen Ballon von 10 Meter Durchmesser, dem entsprechend einem Inhalte von ca. 536 cbm. Oben am Ballon befindet sich das Manövrir-Ventil. Der Verschluss desselben wird durch einen Ring von Metall gebildet, der durch 4 an der Armatur des Ventils befestigte Spiralfedern gegen ein Kautschukband gepresst wird. Das automatische Ventil am unteren Theil des Aërostaten ist ebenso konstruirt; letzteres öffnet sich entsprechend dem Gasdruck im Innern des Ballons, sobald dieser eine gewisse Grenze überschreitet. Der Durchmesser und die Aufzugweite beider Ventile sind so berechnet, dass aus ihnen genügend Gas austreten kann für den Fall, dass das Kabel, welches den Ballon hält, reisst und das Gas sich infolge des sehr raschen Aufsteigens plötzlich ausdehnt. In Berücksichtigung eines etwaigen Reissens der Leine des oberen Ventils oder eines Zufalls, welcher ein Oeffnen desselben verhindern könnte, kann auch das untere Ventil allein dem Gase Ausgang verschaffen nach Massgabe der Gasausdehnung während der Auffahrt.

Bezüglich der Natur des Stoffes, aus dem die Ballonhülle besteht, und der Art des Firnisses, mit dem dieselbe überzogen ist, verweisen wir auf den Bericht der Versuche, welche im Luftschiffe in der Via Tiburtina zur

Ausführung gelangten, im Juni und Juli 1885, und die im Augusthefte der Rivista d'Artiglieria e Genio 1885 veröffentlicht worden sind.*)

Das den Ballon umgebende Netz ist oben am Umfange des Manövrir-Ventils befestigt, der untere Theil desselben läuft in 24 Auslaufleinen aus, die nach einem Ring zusammenlaufen. An letzterem ist vermittelst einer Trapezverbindung mit dazwischensitzendem Dynamometer, das jeden Moment den Zug angiebt, das Ballonkabel befestigt. An dem Ringe, welcher den unteren Theil des Netzes abschliesst, hängt an verknoteten Stricken der Korb; er kann sich in trapezförmiger Verbindung frei bewegen und hält sich selbst dann noch vertikal, wenn der Wind den Ballon niederneigt.

Der Korb ist aus Weidenholz und kann 2 Personen aufnehmen.

Die beiden Ventilleinen hängen in den Korb herab.

Das Haltekabel des Ballons hat eine Länge von ungefähr 500 Meter; es besteht, wie alles Tauwerk des Ballons, aus bestem Hanf. Um das Kabel sind 2 Kupferdrähte gewickelt zur telephonischen Verbindung zwischen Korb und Fussboden.

Der Ballon ist mit Anker nebst Tau versehen und zieht, wenn er vollständig gefüllt ist, ungefähr 600 kg, die sich folgenderweise vertheilen lassen:

Gewicht des aëronautischen Materials	250 kg
„ des Luftschiffers und des Beobachters . .	150 „
übrig bleibender Auftrieb	200 „

Der Rest an Auftrieb dient zum Heben des Kabels, welches ungefähr 100 kg wiegt, zum Ueberwinden der Reibungen der Maschine und bezweckt endlich, dem Ballon eine gewisse Stabilität gegen Winde von gewöhnlicher Stärke zu ertheilen.

Das gesammte aërostatische Material, die Ballonhülle mit inbegriffen, wird auf einen besonderen Wagen verladen, der mit seiner Last ein Gewicht von 2000 kg noch nicht erreicht.

2. Der Wasserstoffgaserzeuger.

Der Apparat befindet sich auf einem vierrädrigen Wagen. Der Wasserstoff wird durch Wasserzersetzung, vermittelst Eisen und Schwefelsäure, hergestellt.

Der Apparat besteht der Hauptsache nach aus einem grossen Gefäss aus Eisenblech, das innerlich verbleit ist, um nicht von der Schwefelsäure angegriffen zu werden. Dieses wird nun mit Eisenfeilspähnen gefüllt und oben hydraulisch verschlossen. Das zur Gaserzeugung erforderliche Wasser und die Säure, die sich am unteren Theil des Gefässes vereinigen, müssen vollständig gemischt sein. Diese Mischung geht dann durch eine durchlochte Bleiplatte, dringt darauf in die Feilspähne ein und erzeugt nun den Wasserstoff,

*) Siehe Heft III., Seite 96 dieses Jahrgangs unsrer Zeitschrift. Es wird darin berichtet, dass die Ballonhülle nicht mehr als 25 bis 30 cbm Gas innerhalb 24 Stunden verloren hat.

welcher durch ein Rohr entweicht, während das Sulphat fortwährend durch ein Syphonrohr abfliesst. Das Eisen wird, entsprechend seiner Auflösung zu Sulphat, von oben aus wieder ersetzt und fällt in der Weise in Folge seines Gewichts nach, dass eine Unterbrechung der Gaserzeugung nicht eintritt.

Der Wasserstoff tritt aus diesem Gefäss sehr wasserdampfhaltig und auch ein Wenig mit Säure versehen aus. Er wird dann in einen Waschbottich aus Eisenblech geleitet. Dieser ist cylindrisch und hat hydraulischen Verschluss.

Durch eine grosse Anzahl Röhren von kleinerem Durchmesser tritt das Gas in den unteren Theil des Waschbottichs ein und geht dann durch eine Wasserschicht, die beständig erneuert wird. Das wird erreicht durch Einführung grosser Wassermassen, die in Form von Regen auf das Wasserstoffgas fallen, welches aus der Wasserschicht sprudelnd heraustritt. Das Wasser fliesst durch ein Syphonrohr fortwährend ab.

Auf diese Art gewaschen und abgekühlt, geht der Wasserstoff durch die Trockner. Das sind zwei cylindrische Gefässe aus Eisenblech mit doppeltem durchlöcherten Boden und gefüllt mit Aetzkali und Kalciumchlorür. Das Gas dringt allmählich von unten nach oben durch beide Trockner und kommt vollkommen trocken durch einen seidenen Schlauch in den Ballon.

Zwischen dem grossen Gefäss und dem Waschbottich befindet sich am Wagengestell die Dampfpumpe für Wasser und für Säure. Der Cylinder des Motors erhält den Dampf vom Kessel der Dampfwinde, mit der er durch einen Kautschukschlauch verbunden ist; er wirkt direkt auf zwei Pumpen. Die erstere hat eine doppelte Thätigkeit, sie bringt Wasser in das Gaserzeugungsgefäss und ebenso in den Waschbottich. Die Säurepumpe ist aus Phosphorbronze hergestellt, um nicht zerfressen zu werden, und die Schwefelsäure wird durch sie in solchen Mengen gepumpt, dass ihr Verhältniss zum Wassser immer wie 1 : 9 ist oder wie 1 : 6, je nachdem die angewandte Schwefelsäure gewöhnliche zu 66° Baumé oder Bleikammersäure zu 50—52° Baumé ist.

Das Gewicht des Gaserzeugers beträgt 2900 kg, und die Gaserzeugung beläuft sich unter normalen Verhältnissen auf 200—250 cbm per Stunde.

Um den Verbrauch von Säure und Eisen zu bestimmen, kann man auf die chemische Formel zurückgreifen unter Berücksichtigung des Umstandes, dass die Resultate durch besondere Verhältnisse, unter denen der Gaserzeuger arbeiten könnte, geändert werden möchten.

Die auf Grund der chemischen Reaktion stattfindende Wasserstofferzeugung gelangt durch folgende Formel zum Ausdruck:

$$H_2SO_4 + FE = FESO_4 + 2H$$

Acid. sulfur.	Fer.	Ferrosulf.	Hydrogenium
98	56	152	2

Daraus ergiebt sich, dass man, um 2 Gramm Wasserstoff herzustellen, 98 Gramm Schwefelsäure und 56 Gramm reines Eisen gebraucht.

Zwei Gramm Wasserstoff nehmen bekanntlich ein Volumen von

0,022346 cbm ein; man braucht demnach, um 536 cbm, die zur Füllung des Ballons nöthig sind, herzustellen, folgende Massen Säure und Eisen:

Schwefelsäure:

$$\frac{536}{0{,}022346} \,.\, 98 = 2350 \text{ Kilogramm}$$

Reines Eisen:

$$\frac{536}{0{,}022346} \,.\, 56 = 1343 \text{ Kilogramm.}$$

Die Masse Schwefelsäure, welche man thatsächlich gebraucht, ist in der Praxis etwas grösser, als die aus der Formel abgeleitete, weil die Gaserzeugung zu lange Zeit in Anspruch nehmen würde, wenn man die Reaktion einer bestimmten Quantität bis zu ihrer völligen Ausnutzung zur Zersetzung des Eisens abwarten wollte. Der Gaserzeuger ist darauf eingerichtet, dass die im Verhältniss 1 : 9 verdünnte Säure ununterbrochen durch die Eisenfeilspähne fliesst und das sich bildende Eisensulphat hinaustreibt. Dadurch kann die Säure die fortwährend von Sulphat befreite Oberfläche des Eisens mit um so grösserer Vehemenz während der ganzen Dauer der Operation angreifen. Das angegebene Gasvolumen 536 cbm kann in 3 Stunden hergestellt werden und die hierzu nöthige Säuremasse wechselt zwischen 3000 bis 3200 kg. Wenn man die im Handel gebräuchliche Bleikammersäure anwendet, braucht man 4500 bis 4800 kg.

Das Eisen wird nicht ganz verbraucht; von 2000 bis 2500 kg bleiben 600 bis 800 kg im Apparate übrig nach jeder Operation.

Anmerkung. Um den Preis der Materialien, wie sie sich nach dem Cours zu Rom ergaben, kennen zu lernen, sei in Folgendem diese Berechnung mitgetheilt.

Ballonfüllung: Schwefelsäure zu 52° B. 4500 kg à 3,6 Mk. der Centner = 324 Mark, Eisenfeilspähne 2500 kg à 1,20 Mark der Centner = 60 Mark, Kohle, Oel etc. = 16 Mark, zusammen 400 Mark.

Verbrauch an Wasserstoff während 7 folgender Tage, berechnet nach einem täglichen Verlust von 25 cbm Wasserstoff: Schwefelsäure zu 52° B., 1000 kg à 3,6 Mark pro Centner = 72 Mark, Eisenfeilspähne 600 kg à 1,20 Mark der Centner = 14,4 Mark, Kohle, Oel (inbegriffen das für die Dampfwinde) = 40 Mark, zusammen 126,4 Mark.

Demnach kostete die Füllung des Ballons 400 Mark. Die Nachfüllung für die Kaptiffahrten 126,4 Mark, ferner der Verbrauch an Aetzkali und Kalciumchlorür 26,4 Mark, in Summa 552,8 Mark.

Rechnet man die Eisenfeilspähne nicht mit, weil sie direkt von den Artilleriewerkstätten bezogen wurden, so belaufen sich die Kosten für Füllung und siebentägige Uebung auf rund 480 Reichsmark. —

Der Wasserverbrauch ist leicht zu berechnen unter Berücksichtigung des Verhältnisses 9 : 1. Rechnet man das spezifische Gewicht der Schwefelsäure zu 1,845, so beträgt die Wassermasse:

$$\frac{3,200}{1,845} \cdot 9 = \text{ca. } 15600 \text{ Liter.}$$

Da die Wassermassen, welche bei jedem Kolbenhub von der zweifachen Pumpe in den Gaserzeuger und den Waschbottich gebracht werden, im Verhältniss von 2 : 3 stehen, bedarf es, um das Gas zu waschen, einer Wassermasse von

$$15609 \frac{3}{2} = 23414 \text{ Liter.}$$

Man kann folglicherweise für die Arbeit des Gaserzeugers bei einer Dauer von 3 Stunden einen Wasserverbrauch von 40 cbm annehmen.

3. Die Dampfwinde.

Der Apparat für den Umgang mit dem Haltekabel des Ballons besteht aus einem Vertikalkessel, System Field, und einem Zweicylinder-Motor, dessen Kolben dieselbe Achse vermittelst zweier unter rechtem Winkel stehender Kurbeln bewegen. Durch Vermittelung eines Räderwerks setzt diese Achse zwei kannelirte Trommeln in Bewegung, deren Zweck es ist, das Haltetau, welches sich beständig auf einer derselben aufrollt, gespannt zu erhalten. Von diesen Trommeln läuft das Kabel nach der für das Aufwickeln bestimmten; das Aufwickeln geht mit Hülfe eines kleinen, abwechselnd hin- und herlaufenden Führungwagens regelrecht von statten. Von den Zugtrommeln aus läuft das Kabel zunächst über eine feste und dann über eine nach allen Seiten bewegliche Rolle, um schliesslich mit dem Ballon verbunden zu werden.

Wenn sich der Ballon bis zur grössten Höhe erhoben hat, d. h. bis zur ganzen Kabellänge, kann ihn die Maschine, welche auf 8 Pferdekraft bemessen ist, in weniger als 10 Minuten zum Erdboden herabholen; dabei macht die Motorachse 200 Touren in der Minute. Wenn der Ballon aufsteigt, dreht das sich abwickelnde Kabel die Maschine im entgegengesetzten Sinne. Alsdann saugen die Cylinder aus den Abflussrohren Luft ein und werden zwei Luftpumpen. Ein an einem Ende der Saugrohre angebrachter Hahn dient dazu, den Austritt der Luft aus den Cylindern zu verlangsamen oder ganz abzuschliessen und macht es dadurch möglich, das Auffahren des Ballons zu verlangsamen oder anzuhalten. Man verfügt somit über eine Luftbremse von grösster Empfindlichkeit. Ausserdem besitzt die Motorachse zur Sicherheit eine Bandbremse, die mittelst einer Schraube mit Kurbelrad zu bedienen ist.

Die bewegliche Rolle, von der das Haltetau ausgeht, ist am Wagen befestigt, in Folge dessen kann der Befestigungspunkt des Ballons während der Auffahrt transportirt werden und der Apparat kann gleichfalls dazu dienen, den Ballon gefüllt fortzuschaffen. Das Gewicht des Wagens beträgt mit allem Zubehör 2600 kg.

Dieser Luftschifferpark war mit Rücksicht auf Zutheilung zu Belagerungsparks projektirt; indessen ist seine Beweglichkeit eine so günstige, dass bis zum Vorbringen des Gegenbeweises auch seine Verwendung im Feldkriege vortheilhaft erscheint. Für diesen Fall müssen, um den Schwefelsäuretransport

zu erleichtern, noch besondere Wagen konstruirt werden, denn für einen Belagerungspark wird es keine Schwierigkeiten haben, die im Handel gebräuchlichen Gefässe zum Füllungsplatz des Ballons zu schaffen.

Um demnach einen kompleten Park zu erhalten, wird man den 3 Specialwagen noch 3 oder 4 andere für Säure und 2 Wagen für Eisenfeilspähne, Kohle und Handwerkszeug zutheilen müssen.*) — — —

Nach den günstigen Resultaten der im Juni und Juli 1885 mit diesem Material ausgeführten Versuche beauftragte auch die russische Regierung den Ingenieur Yon mit der Herstellung zweier vollständigen Luftschifferparks. Diese sind den beschriebenen ähnlich, ausgenommen, dass das Volumen des Ballons etwas grösser gemacht wurde, damit 3 Personen in dem Korbe Platz finden konnten.

Der Konstrukteur hatte sich die Erfahrungen der stattgehabten Versuche zu Nutze gemacht und einige kleine Ausstände, die beim ersten Entwurf nicht hatten vermieden werden können, beseitigt. So ist die Pumpe in dem Wasserstoffgaserzeuger, welche das Wasser in den Waschbottich bringt, unabhängig von den beiden anderen. Dadurch ist es ermöglicht, dass nach Aufhören der Zuleitung von Säure und Wasser in den Erzeuger der sich noch einige Minuten hinterher entwickelnde Wasserstoff abgekühlt und gewaschen werden kann.

In diesem Gaserzeuger ging der Ausfluss von Eisensulphat durch Verminderung (?**) der Säuremenge, die, ohne auf das Eisen eingewirkt zu haben, abgeht, von statten. Auf diese Art wurde die Gasproduktion auf 300 cbm pro Stunde gebracht.

An der Dampfwinde wurden die Zahl der Kannelirungen an den Spanntrommeln von zwei auf drei gebracht, um das Gleiten des Ballonhaltekabels in diesen Kannelirungen zu erschweren.

Mehrere kleine Aenderungen wurden an den Einrichtungen verschiedener Theile der Dampfwinde angebracht, um den Apparat noch leichter und einfacher zu machen.

Die Probeversuche dieser beiden neuen Luftschifferparks wurden im September 1885 zu Paris in Gegenwart des Ingenieurgenerals Boreskoff ausgeführt. Die Resultate waren vollkommen zufriedenstellend.

Aus der Praxis der Berufsluftschifffahrt.

Von Ingenieur-Aëronaut **G. Rodeck.**

Es ist vielleicht für Aëronauten, überhaupt für solche, welche sich mit praktischer Ausübung der Luftschifffahrt beschäftigen, nicht uninteressant,

---

*) Abbildungen des Wasserstofferzeugers und der Dampfwinde befinden sich in Moedebecks Werk „Die Luftschifffahrt“ (Leipzig, Edwin Schloemp) Theil II, Seite 124 und 172. D. Red.

**) Soll wahrscheinlich „Vermehrung“ heissen. Der Uebersetzer.

Mittheilungen über einige kleine „Berufsgeheimnisse" zu erhalten, die ich deshalb gern zu anderweitiger Benutzung empfehle, weil ich hinreichende Gelegenheit fand, von deren Zweckmässigkeit mich zu überzeugen.

Zuerst gedenke ich hier eines Apparates, welcher bei Ballon-Nachtfahrten recht gute Dienste leistet und bequem im Ballon mitgeführt werden kann.

Bei der Landung des Ballons, besonders, wenn dieselbe in mehr oder weniger grosser Dunkelheit erfolgt, ereignet es sich wohl, dass man in der Grösse der letzten Distance zwischen Ballon und Erdboden sich irrt. Um rechtzeitig und richtig die Ankerung auszuführen, ist es jedoch gut und nothwendig, dass dieser Fehler nicht gemacht wird.

Zur Vermeidung desselben ist an einer Bordwand der Gondel ein kleiner Apparat in der Art eines kleinen elektrischen Läutewerks angebracht, an welchem ein 30—50 m langer, am Ende mit einem leichten Gewicht versehener Bindfaden befestigt ist. Letzterer, bei der Abfahrt auf einer kleinen Kurbelwinde aufgerollt, wird nach Aufstieg des Ballons herabgelassen. Beim Landungs-Manöver wirkt nun der Apparat dergestalt signalisirend, dass, sobald der Aërostat bis auf (zum Beispiel) 50 m der Erde genähert ist, der Trillerton der Glocke ertönt und so den Ballonführer und die Passagiere auf den „Aufschlag" der Gondel und die Ausführung der Massregeln zur Landung vorbereitet.

Diese sehr einfache, nicht kostspielige Einrichtung bewährt sich bei Nachtfahrten vorzüglich.

Ein weiteres „Ballonausrüstungstück," welches vielseitige und wichtige Diente leistet, dürfte ebenfalls neu und interessant sein:

Es ist eine 4 bis 5 m lange, am besten aus eschenem Holze gefertigte starke Stange, an deren einem Ende ein stählerner Ansatz befindlich ist, welcher einen etwa $1/2$ m langen, scharfen Spiess bildet, von welchem $1/4$ m von der Spitze ab, 3 oder 4 andere scharfspitzige Stahlzinken (zu ersterem im Winkel von etwa 30 Grad stehend) sich abzweigen. Das andere entgegengesetzte Ende der Stange ist mit einem grossen, mit Werg ausgestopften Lederbeutel (in der Art und Weise, wie die Militairfechtgewehre mit einem Schutzpuffer), versehen. Unterhalb des Puffers ist ein starker Riemen angebracht, an welchem ein offener, ringförmiger Haken sich befindet.

Die Verwendung dieses ebenfalls sehr einfachen Instruments ist nun eine dreifache; als Ersatz für die nicht praktische, gefährliche „Reissleine" erfasst man in Nothfällen die Stange am unteren Pufferende und bringt mit den seitlichen scharfen Zinken des stählernen Ansatzes, an geeigneter Stelle, im passenden Momente dem Ballon ein Leck bei.

Als Ankerwerkzeug benutzt man dasselbe in folgender Weise:

Beim Niedergang zur Landung hält der Aëronaut die Stange mit dem Ankertheil abwärts gerichtet in der Falllinie zur Gondel heraus. Kurz vor dem Aufstosse setzt er den Ringhaken des Riemens von aussen in den

Netzring ein und giebt der so einen Stützpunkt ertheilten Stange möglichst auf geeigneten Ankergrund gerichtete Stellung resp. Führung. Durch Aufsatz der Gondel und Anzug des Ballons wird nun dieser Stossanker gleich einer Lanze tief in den Boden eingegraben. Ich habe Fälle gehabt, wo der Ballon, heftig vom Unterwinde bäumend, nicht einen Meter mehr von der Stelle sich bewegte, der Stossanker hatte sich bis an den Schaft in den Boden gerannt. Es ist beim Gebrauch dieses Ankerwerkzeuges darauf zu achten, dass dasselbe in möglichst spitzem Winkel zum Boden einsetzt. Man braucht den Schaft (die Stange) nicht festzuhalten, sondern hat selbigem nur Führung zu geben. Eine gewisse Uebung wird allerdings beim Gebrauche dieses „Stossankers" sehr zu statten kommen, viel leichter und sicherer aber lässt sich damit der Ballon vor dem Winde halten. In den meisten Fällen ist für den Ballon der Schleppanker sehr unzuverlässig, seine Wirksamkeit hängt zu viel von der Beschaffenheit des Bodens, vom mehr oder weniger glücklichen „Einsetzen" und anderen Nebenumständen ab. Nicht selten ereignet sich auch durch Gesträuch etc. am Bodon, dass Anker und Tau sich verwickeln, wodurch letzteres die Funktion des Ankers vollständig verhindert. Wenn auch der Schleppanker, wenigstens bei grösseren Aërostaten, nicht fortgelassen werden darf, so ist doch der Stossanker als nothwendiges Requisit stets mitzuführen.

Eine dritte, vielleicht etwas originelle Art ihrer Verwendung findet die Ankerstange als „Bugsirapparat" ebenfalls beim Landungsgeschäft.

Erfahrungsgemäss ereignet es sich, (bisweilen selbst bei den routinirtesten Aëronauten), dass dieselben in bebauten Feldern die Landung des Ballons vornehmen müssen. — In gewissen Gegenden Deutschlands stehen an schönen Sonn- und Feiertagen besonders die „Herren-Bauern", mit hoffenden und harrenden Blicken dahin sehend, woher der Wind kommt, vor ihrer Thür, in der frommen Absicht, einen eventuell auf ihren Feldern landenden „Ballonfahrer" recht kräftig „hochzunehmen." Bei solchen Gelegenheiten schneiden diese wackeren Männer die ernstesten, bitterbösesten Gesichter und nur selten lassen sie die Grösse ihrer Freude merken, wenn sie das oft recht erhebliche „Sühnegeld" von dem „Heruntergekommenen" in Empfang nehmen. Bekanntlich ist der Schaden, welcher speciell durch den Ballon verursacht wird, ein verhältnissmässig geringer; erst das herzueilende, in der Regel weder durch gute noch durch böse Worte zu zügelnde Volk ist es, welches schonungslos die umliegenden Saaten zertritt, wofür man dann den Luftschiffer als „Urheber" ansieht und verantwortlich macht.

Nach dieser Abschweifung zur Sache zurückkommend, sei hier angenommen, der Ballon habe in einem bebauten Felde niedergehen müssen. Bei Nichtvorhandensein von werthlosen, unter Ballast zu rechnenden Gegenständen ist der Aëronaut gezwungen, auf dem Platze zu verbleiben. Besitzt derselbe jedoch eine solche Bugsirstange, so setzt er selbige (auf der Windseite von der Gondel aus) in den Boden ein und kann sich, fortwährend

damit vom Ballon abstossend, ganz langsam nach dem nächsten Feld- oder Fahrweg oder nach einem anderen freien Platze „lootsen" (etwa in derselben Weise, wie die Flussschiffer ihre grossen Kähne mit Stangen fortbewegen). Die Manipulation ist sehr einfach und erfolgreich, bei grossen Ballons gelingt dieselbe noch besser, wenn zwei Personen, ein Jeder mit einer solchen Bugsirstange ausgerüstet, dieselbe ausführen.

Meinen Herrn Kollegen kann ich diese Einrichtung ganz besonders empfehlen und bitte ich, dieselbe praktisch zu versuchen.

Ich bezweifle nicht, dass die Zweckmässigkeit dieses Instruments, welches als „Reissstange", „Anker" und „Bugsirstange" dient, auch anderseitig durch praktische Versuche festgestellt werden wird.

Gedanken über verbesserte „freie Ballons".

Herkömmliches überdauert die Zeit, wo es bereits als Irrthümliches erkannt oder Besseres thatsächlich erwiesen ist. Glaubte doch selbst eine so nennenswerthe Autorität, wie es der amerikanische Luftschiffer Wise war, noch, dass für den Ballon nur die Kugelgestalt möglich sei. Wieviel einfacher und handlicher ist ein horizontaler Cylinder, um wieviel übersichtlicher bei der Anfertigung, beim Füllen, und wieviel besser ist die Verbindung mit einer Stange an Stelle des Ringes. Auch diese Gestalt würde durch einige Abänderungen noch handlicher werden können, wenn man die untere Hälfte wie ein umgekehrtes Dach herstellt und die Endflächen schräg, so dass ihre Verlängerungen in gerader Linie zur Aufhängung der Gondel führten.

Das Gasventil könnte an der Seite, gleich unterhalb der Mitte des Ballons, angebracht werden. Man könnte alsdann dieses Ventil von der Gondel aus sehen und von aussen handhaben.

In die Mitte oben könnte man einen Luftsack mit Schlauchverlängerung bis zur Gondel einsetzen, welcher mittelst eines Ventilators gefüllt und mittelst eines Ventils oben, wo bisher das Gasventil seinen Platz hatte, entleert würde. Dieses Ventil müsste nicht nur in üblicher Weise geöffnet werden können, sondern auch bei einem gewissen Ueberdrucke von innen sich selbstthätig öffnen und bei niederem Drucke selbstthätig schliessen. Die Grösse des Sackes wäre nach der Höhe, welche man zu erreichen wünscht, zu bemessen; für 400 Meter mindestens 5, für 900 Meter mindestens 10 Prozent des Gasvolumens, für alle Fälle 20 Prozent.

Hat man den geringsten Ueberdruck des Luftventils klein genug bemessen, so würde man erst dann etwas Gas auszulassen brauchen, wenn man eine gewünschte Höhe erlangt hat, da die Ausdehnung des Gases stets gegen den Luftsack und die darin eingeschlossene Luft auf das Luftventil wirkt.

Ja, es liesse sich wohl auch eine noch weitergehende Veränderung vornehmen. Man könnte der Achse des Ballons eine stetige Neigung von z. B. 20 Grad geben und die Endflächen sowie die Auffangverbindungen darnach

bemessen. In diesem Falle wäre eine längere Stange vorzuziehen; und ein Laufballast an einem Schleppseile ohne Ende, welches an den Enden der Stange über Rollen führen, stellbar sein und wenn festgestellt, selbstthätig wirken müsste, könnte eingerichtet werden.

Beim Herabsinken zum Landen würde eine etwas schräge Bewegung entstehen, je nach der Geschwindigkeit des Sinkens, welche man mittelst des Laufballastes etwas fördern oder ermässigen, und mittelst eines Steuersegels einigermassen lenken*) könnte. Hierdurch würde man im Stande sein, einzelne Gebäude, Baumgruppen, Flüsse und Teiche zu meiden, während man zugleich sanfter zu Boden käme, namentlich wenn man zuletzt ungefähr gegen den Wind steuerte.

Sollte es sich begeben, dass man auf's Meer oder auf einen Wald niedersänke, so würde im ersteren Falle das Einsinken des Laufballastes in's Wasser, im letzteren Falle das Schleppen oder Ruhen desselben auf den Zweigen den Ballon einigermassen erleichtern.

Für einen solchen Laufballast dürfte sich die Spindelform empfehlen, und zwar so gross, dass sie, mit Luft gefüllt und unten von innen verstärkt, im Wasser oben schwimmen und auf Baumwipfeln vermöge ihrer Gestalt und Grösse hingleiten würde.

Das Publikum nimmt zwar mehr Interesse an der wohlgefüllten Birnengestalt im herrlichen Glanze der Abendsonne und noch mehr, wenn eine solche glänzende Birne von vier kleineren Birnen umgeben ist; aber das Interesse für die Luftschifffahrt würde durch Versuche mit solchen Neuerungen bei denen geweckt werden, welche sich nicht nur ergötzen, sondern zugleich denken wollen. A. von Brandis.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

„Allgemeine Sport-Zeitung.“ Wochenschrift für alle Sportzweige. Herausgegeben und redigirt von Victor Silberer in Wien. 1886. No. 29, 30 und 31.

In No. 29 berichtet Herr Victor Silberer über eine Fahrt, welche er am 11. Juli d. J. in Gemeinschaft mit dem Grafen Arthur Coronini bei Regen und Wind unternommen hat. Um 6 Uhr Nachmittags hatte der Regen begonnen, da er jedoch bald wieder nachliess, stieg Herr Silberer mit seinem Ballon „Vindobona“ um ½7 Uhr auf. Ueber den Verlauf der Fahrt lautet der Bericht: „Bis 200 m vom Boden ging eine rein südliche Luftströmung, weiter oben jedoch blies ein Nordwest, der den Ballon, sobald dieser in seinen Bereich kam, ziemlich rasch in die Gewitterwolke trieb, die soeben im Prater den Regen verursacht hatte und sich nun auf dem Wege donauabwärts, resp. gegen das Leithagebirge zu, befand. So kamen wir wieder in starken Regen, der auf den Ballon trommelte und uns das Ventil mit Wasser füllte. Zweimal versuchte ich es, aus der Nordwestströmung und mit Be-

*) ? ? D. Red.

nützung des unteren Windes über die Donau, und damit aus dem Regenbereiche zu kommen, es war aber nicht möglich, den Ballon auf die Dauer innerhalb der 200 m vom Boden zu erhalten. Neuerdings zeigte sich, wie enorm schwierig es ist, mit einem Ballon in nur ganz geringer Höhe von der Erde horizontal zu fahren. Immerhin aber trieben wir in Folge der wiederholten Experimente genügend von der Wetterwolke ab, um uns, nach etwa halbstündiger Fahrt im Regen, von der wässerigen Umarmung zu befreien und nach einer weiteren halben Stunde sehr schöner und ruhiger Fahrt bei Schwadorf, 28 km von Wien, eine glatte Landung zu bewerkstelligen. Die grösste erreichte Höhe betrug 1350 m." —

In derselben Nummer seiner Wochenschrift tritt uns Herr Silberer mit folgenden Ausführungen entgegen:

„In der Zeitschrift des Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschifffahrt bespricht Herr Dr. Wilhelm Angerstein, der frühere Präsident dieses Vereines und eine der massgebendsten Persönlichkeiten desselben, in sehr freundlicher Weise unser Blatt*), kommt dabei jedoch zu einem ganz falschen Schlusse, der einer sofortigen Richtigstellung dringend bedarf. Der genannte Herr sagt über die „Allgemeine Sport-Zeitung": „Diese gegenwärtig im siebenten Jahrgange erscheinende, sehr reichhaltige und schön ausgestattete Wochenschrift hat seit einiger Zeit dem Luftschifffahrtswesen nicht in dem Maasse ihre Aufmerksamkeit geschenkt, wie dies früher der Fall gewesen. Der Grund hiervon mag vielleicht darin liegen, dass der Standpunkt, den der Herausgeber der „Allgemeinen Sport-Zeitung" in der Frage der Lenkbarmachung von Luftballons eingenommen und mit unleugbarem Geschick vertheidigt hat, durch die Erfindung der Kapitäne Renard und Krebs thatsächlich widerlegt, und wenigstens in einer gewissen wesentlichen Beziehung als falsch erwiesen worden ist." In dieser Annahme, sowie mit der daran geknüpften Behauptung befindet sich der geschätzte deutsche Theoretiker in einem gar argen Irrthume! Der Herausgeber dieses Blattes ist durch gar nichts „thatsächlich widerlegt", im Gegentheile haben die Versuche der Herren Renard und Krebs nur dazu gedient, seine schon längst verfochtene Ansicht neu zu bekräftigen und thatsächlich zu erweisen, dass man den Ballon nie „lenkbar" in dem Sinne zu machen vermögen wird, wie es nöthig wäre, um der Sache praktischen Werth zu verleihen! Wir haben nie in Abrede gestellt, dass es möglich ist, einen Ballon, ein grosses Spielzeug, zu konstruiren, mittelst welchem man bei völliger Windstille oder dieser gleichkommender minimaler Luftbewegung einen gewählten Cours zu fahren im Stande sei; — das hat aber für die Praxis gar keinen Werth. Und einen Ballon, der gegen selbst nur mittleren Wind zu fahren vermag, den haben weder die Herren Krebs und Renard bis jetzt hergestellt, noch wird ihn die Legion anderer Erfinder je construiren, die sich mit dem unmöglichen Probleme das Gehirn zermartert. Renard und Krebs sind einmal — ein einziges Mal! an einem notorisch total windstillen Tage von Meudon ausgefahren und wieder dahin zurückgekehrt. Das ist der Riesenerfolg, auf den sich heute die ganze gläubige Gemeinde der Erfinder und ihres Anhanges stützen zu können vermeint! Ein zweiter, ebenfalls an einem gänzlich ruhigen Tage unternommener Versuch misslang schon gänzlich, weil einige Hundert Meter hoch nur etwas Luftzug herrschte. Und da will man von „Erfolgen" sprechen und uns als widerlegt bezeichnen?! Nochmals also, die Lenkbarmachung des Ballons gegen den Wind ist eine Utopie,

*) Siehe Heft V, Seite 149 dieser Zeitschrift. D. Red.

und wenn wir in der letzten Zeit nicht mehr so oft über dieses Kapitel geschrieben, so geschah dies eben, weil wir doch nicht jede Woche dasselbe nur mit anderen Worten wiederholen wollen. Die Herren Erfinder und die Verfechter ihrer Projekte haben es da viel leichter; während wir uns nur an den Stoff halten, den uns die praktische Aëronautik bietet und, wenn uns dieser ausgeht, lieber nichts schreiben, liefern den Herren Theoretikern die endlosen Vorschläge und Projekte fortwährende Nahrung und sollten auch diese einmal momentan fehlen, so unternehmen sie einfach eine Luftreise — auf den Flügeln ihrer stets startbereiten Phantasie, für die kein Wind zu stark, kein Ankertau zu schwach ist, für die eine Schnelligkeit von 200 Meilen per Stunde ein mässiges Tempo und das Emporheben einer Last von Tausenden von Zentnern nur ein Kinderspiel bildet, das im schlimmsten Falle eine kleine — Berechnung auf dem Papier erfordert, deren Ziffern so klar sind, dass man nach Ueberprüfung derselben sich schon halb als Kommandant einer fliegenden schweren Batterie fühlt."

Wir haben hierzu nur sehr wenig zu bemerken. Herr Silberer behauptet, die Kapitäne Renard und Krebs seien nur „ein einziges Mal an einem notorisch total windstillen Tage von Meudon ausgefahren und wieder dahin zurückgekehrt". Herr Silberer ist schlecht informirt; er hätte dies wohl nicht geschrieben, wenn er sich genauer unterrichtet hätte. In dem Berichte, welchen Kapitän Renard am 23. November 1885 der Akademie der Wissenschaften zu Paris erstattet hat, ist nachgewiesen, dass in den Jahren 1884 und 1885 mit dem Ballon „France" sieben Fahrten gemacht sind und dass das Luftschiff bei fünf derselben nach seinem Auffahrtsorte zurückgekehrt ist. Ausserdem war die Luft an den Auffahrtstagen durchaus nicht „notorisch total windstill". (Siehe Heft I dieses Jahrgangs unsrer Zeitschrift.) Damit ist die thatsächliche Grundlage der Ausführungen des Herrn Silberer hinfällig geworden, das Uebrige bedarf keiner Erörterung.

In No. 30 der „Allg. Sport-Ztg." hat Herr Silberer eine von ihm mit der „Vindobona" am 20. Juli von Wien aus unternommene Fahrt geschildert, bei welcher der Ballon in der Nähe von Parndorf (Besitzung des Grafen Harrach) in Ungarn landete.

Mit Vorliebe betont Herr Silberer stets den Standpunkt des Praktikers gegenüber den Theoretikern. Er hat dies auch in den oben aus No. 29 der „Allg. Sport-Ztg." wörtlich wiedergegebenen Ausführungen gethan. Mit Beziehung auf den Redakteur dieser Zeitschrift sei dazu hier die Bemerkung gestattet, dass Dr. Angerstein zwar niemals Berufsluftschiffer gewesen, dass er indessen seine erste Ballonfahrt bereits vor jetzt fast genau einunddreissig Jahren unternommen hat.

Vom Standpunkte des Praktikers aus hat Herr Silberer in No. 31 der „Allg. Sport-Ztg." auch die Mittheilung des Herrn Lieutenant Moedebeck über die Fahrt des Ballons „Victoria" am 27. Mai d. J. in Heft V, Seite 148 unserer Zeitschrift mit Bemerkungen versehen. Dadurch ist ein anderer Herr, dessen Qualität als Praktiker gewiss allseitig anerkannt werden muss, nämlich der Militär-Aëronaut Herr Richard Opitz, veranlasst worden, uns folgendes Schreiben zu senden:

> „Die Schilderung meiner Ballonfahrt am 27. Mai mit Herrn Moedebeck, welche lediglich zu dem Zwecke der Veröffentlichung übergeben war, um damit dem unsympathischen Treiben eines phantasiereichen Reporters ein Ende zu bereiten, hat Herr Victor Silberer in der „Allgemeinen Sport-Zeitung" mit folgendem Schlusssatze wiedergegeben:

„„Zu dieser Schilderung wollen wir uns nur die folgenden zwei Bemerkungen erlauben:

1. Muss der Ballon „Victoria“ im höchsten Grade undicht sein, wenn sich bei demselben, kaum dass er aufgestiegen, schon wieder „das Bestreben bemerkbar macht“, zu fallen.

2. War der „Wind“, welchen Herr Moedebeck sofort verspürte, nachdem der Aëronaut des Ventil geöffnet, kein Seitenwind und überhaupt kein Wind, sondern lediglich die Luft von unten, welche man stets als Wind von der Erde her zu spüren bekommt, wenn der Ballon rasch sinkt. Es ist dies derselbe „Wind“, der den im schnellen Fallen ausgeschütteten Sand hoch emporzuwirbeln scheint, während die Luft thatsächlich ruhig ist, der Ballon aber durch dieselbe abwärts sinkt. Das ist genau so, wie man auch an einem ganz windstillen Tage heftigen Wind zu spüren vermeint, wenn man aus einem rasch fahrenden Eisenbahnzuge den Kopf aus dem Fenster steckt.““

Diese Bemerkungen Herrn Victor Silberers dürften doch auf einer irrigen Auffassung beruhen. Wie jeder Luftschiffer weiss, muss ein Ballon, der seine Gleichgewichtslage erreicht hat, alsbald wieder fallen. Letztere kann nun je nach der Windstärke eine höhere oder tiefere sein. Wenn es möglich ist, sucht sie der Fachmann recht tief zu legen, um einen recht grossen Ballastvorrath im Korbe zu behalten. An jenem Tage, dem 27. Mai, war das Wetter ziemlich windstill. Es wurde mir demnach möglich, den Ballon so vollkommen abzuwägen, dass bereits wenige Minuten nach der Abfahrt eine Ballastabgabe nöthig wurde. Wäre der Ballon sehr undicht gewesen, so hätte das folgende Auswerfen eines halben Sackes Ballast nicht ein so langes Ansteigen der Flugbahn zur Folge haben können. Ferner möchte ich auch die Bemerkung über den „Wind“ als eine nicht richtige Auffassung des Berichtes des Herrn Moedebeck bezeichnen. Dass beim Fallen Wind von unten verspürt werden muss, liegt wohl klar auf der Hand. Es kam nur darauf an, im Berichte zu bemerken, dass der Wind von der Seite her zu kommen schien, woraus wir die thatsächliche Ablenkung des Ballons beim Landen aus der graden Fluglinie erklären zu können glaubten. Ueber die gewöhnlichsten Erscheinungen beim Ballonfahren uns näher auszulassen, hielten wir für den Standpunkt unserer Zeitschrift, sowie für dessen Leserkreis nicht für angemessen. Opitz.

Meteorologische Zeitschrift. Herausgegeben von der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie und der deutschen meteorologischen Gesellschaft. Heft 4 bis einschl. 6, April bis Juni 1886.

Inhalt des 4. Heftes (April): Liznar: Das Klima von Batavia.

Schreiber: Einige Umformungen der Formel für barometrische Höhenmessungen zur Verwendung bei Reduktion von Barometerständen.

Köppen: Die Untersuchungen von Dr. J. van Bebber über typische Witterungs-Erscheinungen.

Kleinere Mittheilungen. Möller: Ueber die transversale Bewegung des Wassers in Flüssen. — Vogel: Vorgänge auf der Sonne im Januar und Februar 1886. — Schaffgotsch: Grosse Meteor-Niederschlagsmengen im Teutoburger Walde im Jahre 1885. — Meteorologische Mittheilungen aus Pola. — Doberck: Die jährliche Periode

der Häufigkeit der Kyklonen in verschiedenen Meeren. — Wild: Temperaturminimum in Werchojansk im Winter 1884 auf 1885.

Inhalt des 5. Heftes (Mai): Pernter: Ueber Langley's Untersuchungen der Sonnenstrahlung. — Maurer: Temperaturleitung und Strahlung ruhender Atmosphäre. — Buchholtz: Fahrt des Militair-Ballons „Barbara" am 10. December 1885.

Kleinere Mittheilungen. Magelssen: Ueber ein einfaches Instrument, die Dauer und die Intensität des Tageslichts zu messen. — Meteorologische Beobachtungen zu Prisren in Albanien. — Hagel am Senegal. — Knipping: Ausserordentlicher Gewitterregen im Gelben Meere. — Hann: Klima zu Saint Martin de Hinx, Departement Landes. — Berthold: Die Nachttemperatur und das feuchte Thermometer. — Brückner: Geschwindigkeit der oberen Luftströmungen. Anknüpfend an Dr. Vettin's Beobachtungen wird in dieser Mittheilung die Tabelle des Major Buchholtz über die während der Belagerung von Paris aufgefahrenen Ballons und die von Moedebeck nach Brissonnet's „Liste desBallons sortis de Paris pendant le Siège 1870/71" aufgestellte Tabelle einem Vergleich unterzogen und auf die vielen Differenzen zwischen beiden hingewiesen. Bezüglich der bekannten Fahrt der „Ville d'Orleans" nach Norwegen wird die Unrichtigkeit der Moedebeck'schen Angabe des zurückgelegten Weges, 3180 km, nachgewiesen. Auf Grund dieser beiden stellt der Verfasser sodann eine berichtigte Tabelle auf und kommt durch Vergleiche der Resultate der Fahrgeschwindigkeiten von Ballons mit den Wolkenbeobachtungen von Ekholm und Hagström zu dem Ergebniss, dass die Geschwindigkeiten, wie sie sich aus ersteren ergeben, viel bedeutender sind. Er sucht das darauf zurückzuführen, dass die Ballons im Herbst und Winter aufgefahren, Ekholm's und Hagström's Beobachtungen indess während des Sommers gemacht sind. — Sprung: Zur täglichen Periode der stürmischen Winde. — Krankenhagen: Zum Klima von Meldorf. — Klima von Zittau. — Wilsing: Vorgänge auf der Sonne im März 1886. — Sresnewsky: Kältewellen in Osteuropa. — Eine meteorologische Preis-Vertheilung.

Inhalt des 6. Heftes (Juni): Hann: Gewitterperioden in Wien. Der Verfasser hat die Beobachtung gemacht, dass im Frühsommer die Gewitter in Wien am häufigsten aus N, NE, E und SE kommen, während im Spätsommer sie mehr von SW, W und NW heranziehen.

Reimann: Gewittererscheinungen im Riesengebirge, insbesondere auf der Schneekoppe. Bei den geringen Erfahrungen, welche wir vorläufig über das Verhalten eines Ballons in Gewitterwolken besitzen, müssen die Beobachtungen, welche über die Luftelektrizität zur Zeit auf hohen Bergen, wie die Schneekoppe (1599 m), angestellt werden, für uns von doppeltem Interesse sein. Professor Reimann scheint sich ganz besonders diesem Studium zu widmen, wenigstens giebt er uns in dem vorliegenden Aufsatz eine Fülle von Beobachtungen, die von ihm und anderen höchst kompetenten Persönlichkeiten angestellt worden sind. Aus einer Tabelle der durchschnittlichen Zahl der Gewittertage während einiger Jahre, die aus den Aufzeichnungen von 5 auf der Schneekoppe befindlichen und in verschiedenen Seehöhen gelegenen Stationen zusammengestellt ist, ersehen wir, wie die Zahl der Gewitter mit wachsender Seehöhe abnimmt. Aus der monatlichen Gruppirung der Gewittertage stellt sich ferner heraus, dass das Maximum der Gewitterhäufigkeit im Juni und Juli auftritt. Von den durchschnittlich 18 Gewittern des Jahres ziehen ca. 10 unterhalb des Koppenkegels dahin, während ca. 5—6 die Koppe einhüllen und nur 2—3 sich über dieselbe erheben. Die höher als die Koppe ziehenden Gewitter-

wolken sollen weiss sein, während die in gleicher Höhe heranziehenden pechschwarz gefärbt erscheinen. Wenn ein Gewitter sich unter der Koppe befindet, ist es oben völlig heiter, auch sind alsdann öfter Wolken verschiedenartiger Gestalt darüber bemerkt worden. Dahingegen konnten solche unterhalb der Gewitterwolken nie beobachtet werden. Häufiger sollen Blitze nach oben in die blaue Luft hineinfahren. Professor Reimann glaubt, dass der „Donner ohne Blitz“ hierdurch seine Erklärung finden möchte. Ueber die eigenthümlichen Erscheinungen, welche bei einem Menschen auftreten, der sich in einer Gewitterwolke befindet, sagt der Verfasser: „Sein ganzer Körper ist dann im Dunkeln von einem Heiligenschein umgeben, und überall, wohin er nur greift und seine Finger ausstreckt, zucken lautlose Strahlen auf. Zuweilen ist es auch, als ob etwas von der Erde in die Höhe ginge mit einem zischenden Geräusch, wie kaltes Wasser auf eine heisse Platte gegossen erzeugt.“ Es wäre zur Erweiterung dieser Beobachtungen sicherlich von grossem Interesse, den Erscheinungen vom Ballon aus einige Aufmerksamkeit zu widmen. Freilich müssen wir hier den glücklichen Zufall um Unterstützung bitten.

Magelssen: Temperatur-Verhältnisse kommender Jahre.

Kleinere Mittheilungen. R. von Helmholtz: Ueber Nebelbildung. Eine Original-Mittheilung an die naturwissenschaftliche Rundschau, herausgegeben von Fr. Vieweg & Sohn. Professor von Helmholtz sucht darin klarzulegen, dass die Wolken entstehen, indem feuchte Luft vom Erdboden aufsteigt und sich auf Kosten ihrer inneren Wärme ausdehnt. Dabei fände eine Druckabnahme (adiabatische) des die Luft sättigenden Wasserdampfes statt, entsprechend der barometrischen Höhendifferenz. Obwohl nun Abkühlung und adiabatische Druckabnahme des Wasserdampfes sich bei der Nebelbildung entgegenarbeiten, könnte man doch die letztere so weit treiben, dass die Abkühlung überwiegt und der Dampf sich kondensirt. Es bedürfte aber zur Nebelbildung, wie es Experimente ergeben haben sollen, für die einzelnen Nebelkügelchen fester oder flüssiger Umsatzkerne. Solche liefere der in der Atmosphäre befindliche unsichtbare Staub, der, der Existenz der Wolken nach zu schliessen, alsdann fast überall schweben müsse. Die Vermuthung Tyndall's, dass die Himmelsbläue durch Diffraktion des Lichtes an solchen Staubtheilchen herrühre, gewönne dadurch wieder an Wahrscheinlichkeit. Mck.

Photographische Korrespondenz. Organ der Photographischen Gesellschaft in Wien und des Vereins zur Pflege der Photographie und verwandten Künste in Frankfurt a. M. April 1886.

Die Photogrammetrie, Essai von Hauptmann Pizzighelli. Die Fortsetzung des interessanten Aufsatzes geht zunächst näher auf das Princip und die Konstruktion des photographischen Theodoliten ein, um danach auf das photogrammetrische Terrainaufnehmen selbst überzugehen. — Mittheilungen aus dem photochemischen Versuchslaboratorium in Wien. Dr. F. Mallmann und Ch. Scolik. 4) Anwendung der Erythrosin-Ammoniak-Badeplatte zur Reproduktions-Photographie bei Petroleum und Gaslicht. — Prüfung der Empfindlichkeit der Gelatineplatten mittelst elektrischen Glühlichtes von Hofrath Dr. S. Th. Stein. — Das Vergrösserungsverfahren, ein Gemeingut aller Photographen von Dr. E. A. Just. — Ueber die sensibilisirende Wirkung der Farbstoffe von Professor J. M. Eder.

Neue Schriften zur Luftschifffahrtskunde.

Ernst Freiherr von Wechmar, Der Wechmar'sche Flugapparat. Wien 1886. Spielhagen & Schurich. 8°. 70 Seiten nebst 5 Figurentafeln.

In dem vorliegenden Buche beschreibt der Verfasser seinen „Flug"-Apparat, giebt eine Gebrauchsanweisung und Anleitung zu Flugübungen und fügt zum Schluss „Näheres über die Bezugsmodalitäten und den Preis des patentirten Wechmar'schen Flugapparates" hinzu.

Dieser besteht aus I. der Hängevorrichtung (!) für Anfänger, II. dem gewöhnlichen Fluganzuge, III. dem Fluganzuge für geübte Freiflieger.

Wir stimmen mit dem Verfasser darin vollständig überein, dass das Fliegen eine schwierige Sache sei, d. h. dass Niemand, dem plötzlich Flügel wüchsen, nun auch sofort zu fliegen verstände, so wenig als über einen, der die Eisbahn zum ersten Male betritt, mit dem Anlegen der Schlittschuhe auch gleich die Kunst zu laufen kommt. Eine nothwendige Folge dieses Gedankens ist die besondere Vorsorge für Anfänger und der Vorschlag, für das Erlernen besondere Flughallen, ein Zwischending zwischen Turnhalle und Zirkus, einzurichten. Hierin begegnet sich der Verfasser mit den von Weyher im „Aéronaute" geäusserten Vorschlägen.

Zum „gewöhnlichen Fluganzuge" gehören:

A. der Fittig oder Flugmantel,
B. der Fallschirmballon,
C. der Fallschirm für horizontale Körperlage und
D. die Luftpolster;

während für geübtere Freiflieger als Fluganzug

A. der Fittig,
B. der Steurer oder Flugfächer und
C. die Luftpolster genügen.

Der Fittig oder Flugmantel verleiht dem damit angethanen Jünger der edlen Kunst, zu fliegen, täuschend das Ansehen einer grossen Fledermaus. Wenn nur nicht die Aehnlichkeit so weit ginge, dass jenem zugemuthet wird, die Flügel mit den Armen zu bewegen. Das hatte doch schon Leonardo da Vinci richtig erkannt, dass der Mensch zur Bewegung etwaiger Flügel die Beine gebrauchen müsste. Später gesteht allerdings der Verfasser das Unzureichende selbst ein, indem er bekennt (Seite 39): „Die Bewegungskraft der Arme allein wird zur Erhaltung des durch den vorbereitenden Sprung genommenen Auftriebes und zur Fortbewegung in der Luft natürlich weitaus nicht zureichen. Es wird vielmehr nothwendig sein, bei den späteren Uebungen mit dem Flugmantel auch die unteren Theile desselben nutzbar zu machen und wie beim Schwimmen . . . auch von der bedeutenden Stosskraft dieser Bewegungsorgane den möglichsten Nutzen zu ziehen." Und trotzdem schneidet er den Mantel zu zur fast ausschliesslichen Bewegung durch die Arme!

Die Luftpolster dienen zunächst zum Schutz des Oberkörpers und der Schenkel beim Fallen. Sie sind in dieser Hinsicht eine sehr weise Einrichtung, denn der Fall ist unvermeidlich. Sie „dienen ferner aber auch zur Verbesserung des spezifischen Körpergewichtes, deren Wichtigkeit ich in meinem Leitfaden der Flugtechnik näher dargelegt habe". (Seite 23.) Ebenso heisst es Seite 36: „Die Luftpolster an sich verbessern das spezifische Gewicht des Menschen bereits

etwa um das Doppelte. Es muss daher schon hierdurch ... eine ziemlich beträchtliche Ermässigung in Hinsicht auf die durch die Schwerkraft bewirkte Stärke des Falles ausgeübt werden.“ Diese, gelinde ausgedrückt, wundersame Vorstellung spukt wiederholt in beiden Schriften herum. Ja, der Verfasser hebt sie noch ausdrücklich als sein geistiges Eigenthum hervor (Seite 8): „Vollständig neu bei meiner Erfindung ist ferner die Idee, das spezifische Körpergewicht des Menschen zu Gunsten der Flugfähigkeit desselben zu verbessern.“ In der That neu!

Der Verfasser verspricht also (s. o.) eine ziemlich beträchtliche Ermässigung des Falles, hütet sich aber, wie überhaupt in seinem ganzen Buche, vor Zahlen. Ergänzen wir daher diese Lücke!

Ein Mensch hat ungefähr das spezifische Gewicht des Wassers, also Eins. Athmosphärische Luft ist unter normalen Verhältnissen 773 mal so leicht als Wasser, vermindert also durch den dem archimedischen Prinzip entsprechenden Auftrieb das Gewicht des Menschen um den 773sten Theil; d. h. ein Mensch, welcher im luftleeren Raum 77,3 kg wiegen würde, wiegt im lufterfüllten Raume nur 77,2 kg. Gelänge es nun diesem Menschen, sich — ohne Hinzunahme neuer Masse — auf das doppelte Volumen auszudehnen, so betrüge der Auftrieb jetzt nicht mehr ein, sondern zwei 773stel seines Gewichtes, er würde also nur noch 77,1 kg, statt wie vorher 77,2 kg wiegen! Um diese 100 g könnte der Fliegejüngling sich füglich auch erleichtern, wenn er Morgens vor Beginn der Uebung etwas weniger reichlich frühstückte.

Aber wie ist das? Würde denn der „Flieger“ durch Anwendung der Wechmar'schen Luftpolster überhaupt, sei es auch nur um 100 g, erleichtert? Nein, durchaus nicht! Denn es wird ja nicht der Körper bei unveränderter Masse auf das Doppelte ausgedehnt, sondern durch Hinzunahme von Luft aufgebläht. Um deren Gewicht wachsen also gleichzeitig einerseits das Gewicht des sich blähenden Körpers und andererseits der Auftrieb, so dass das zu hebende Gewicht des Körpers in Wahrheit ganz ungeändert bleibt. Der einzige, gewiss nicht vortheilhafte Erfolg einer derartigen Volumenvergrösserung ist eine Vermehrung des Widerstandes der Luft gegen die fortschreitende Bewegung.

Es hat wohl noch keiner gesehen, dass ein Vogel beim Fliegen gemäss den Wechmar'schen Ideen sein Gefieder sträubte oder sich aufblähte, um sich durch „Verbesserung des spezifischen Gewichtes“ den Flug zu erleichtern. Im Gegentheil legt er die Federn hübsch dicht an den Körper, um in Richtung der Fortbewegung möglichst wenig gehemmt zu werden. Man vergesse doch nicht, dass für den dynamischen Flug die räumliche Ausdehnung des fliegenden Körpers stets nur ein Hinderniss ist.

Eine wirkliche Verminderung des Gewichtes führt der Fallschirmballon herbei, ein vermuthlich mit Wasserstoffgas zu füllender, nierenförmiger, flacher Ballon. Da sein Volumen der Zeichnung zufolge auf 6 cbm annähernd sich schätzen lässt, so dürfte man seine Tragkraft mit rund 6 kg veranschlagen, so dass der 77,2 kg schwere Mensch immer noch das anständige Gewicht von 71,2 kg vermöge seiner Flugbewegungen schwebend zu erhalten hätte. Dabei ist dem Eigengewichte des Ballons, das einen erheblichen Theil seines Auftriebes verbraucht, noch gar nicht mal Rechnung getragen. Die Gewichtsverminderung ist also viel zu gering, als dass sie die mit der Verwendung des Ballons verbundenen Uebelstände aufwiegen könnte. Uebrigens sollen die geübteren Freiflieger ohne solchen Ballon

fliegen. — Ehe wir von diesem scheiden, wollen wir doch auf seine ganz absonderlichen physikalischen Eigenthümlichkeiten aufmerksam machen (Seite 41): „Der Auftrieb erfolgt nicht wie bisher in vertikaler Richtung (?!), was nach dem Parallelogramm der Kräftewirkung für die Triebkraft unvermeidlich eine bedeutende Einbusse zur Folge hätte, sondern in der schiefen Ebene, wodurch, wie leicht begreiflich (?), die motorische Kraftwirkung in hohem Grade begünstigt wird.“ Herr, dunkel ist der Rede Sinn!

Der Ballon spielt zugleich die Rolle eines Fallschirmes, wird auch gelegentlich durch einen solchen, den „Fallschirm für horizontale Körperlage“, ersetzt. „Durch beide Mittel wird das spezifische Körpergewicht um mehr als das Zehnfache verbessert und somit die Fallgeschwindigkeit bedeutend gemindert.“

Die Verminderung, vielmehr „Verbesserung“ des spezifischen Gewichtes eines Menschen durch Anfügung eines Fallschirms ist eine Erfindung, die alle physikalischen Begriffe über den Haufen wirft. Und zwar um das Zehnfache! Was soll man sich darunter vorstellen? Diese Redewendung ist, streng nach den in der Mathematik üblichen Deutungen der Worte aufgefasst, durchaus ohne verständigen Sinn. Fast scheint es so, als wenn der Verfasser meinte, dass der Flieger jetzt nur noch den zehnten Theil seines Körpergewichtes durch Flugbewegungen zu tragen hätte. Ja freilich, wäre dies der Fall, so wäre Referent einer der Ersten bei der Bestellung eines solchen Apparates.

Für letztere gelten die folgenden Modalitäten (Seite 48):

> „Der Gesammtpreis für den gewöhnlichen Fluganzug: Fittig, Fallschirmballon und Luftpolster, ist mit 300 Mark normirt, vorausgesetzt, dass bis 15. August l. J. wenigstens 20 Bestellungen einlaufen.
>
> Dieser Betrag ist im Vorhinein an meine Adressen einzusenden. Sollten bis 15. August l. J. Bestellungen in genügender Anzahl nicht einlaufen und es mir nicht möglich sein, um den oben normirten Preis den bestellten Fluganzug effektuiren zu lassen, so werde ich sofort den p. t. Bestellern dies bekannt geben, und es steht denselben dann vollständig frei, über ihre Beträge zu verfügen. Ich verpflichte mich zur unbedingten Rückstellung derselben, falls nicht der Einsender die Lieferung des Apparates gegen eine jedenfalls unbedeutende Aufzahlung selbst wünschen sollte.
>
> Bei der Bestellung wollen sogleich folgende zur Anfertigung des Fluganzuges erforderlichen Körpermaasse — in Centimeter angegeben — eingesendet werden. Es sind dies alle diejenigen Maasse, welche zur Anfertigung eines gewöhnlichen Anzuges (Rock und Hose) erforderlich sind; dann das Maass der gesammten Körperlänge vom Scheitel bis zur Fusssohle, das Maass vom Halswirbel, bezw. von der Halskragennaht bis zur Fusssohle und das Maass der inneren Handbreite, ausschliesslich des Daumens, bezw. die genaue Fusshöhe. Die Maasse müssen auf das Sorgfältigste bestimmt werden und sind daher am besten von einem tüchtigen Schneider abzunehmen.
>
> Ich erlaube mir besonders die Inhaber von Schwimmanstalten auf den Umstand aufmerksam zu machen, dass bei der Neuheit der Sache Produktionen mit meinem Flugapparate der Anstalt sicher den Impuls einer erhöhten Frequenz bieten möchten, und die Anschaffungskosten desselben leicht dadurch hereingebracht werden könnten. Minder Bemittelte würden,

bei sonstiger physischer und intellektueller Eignung, sich überdies recht wohl eine anständige Existenz als künftige Fluglehrer begründen können.

E. v. Wechmar,
Wien, Währing, Feldgasse No. 29."

Der 15. August ist zwar schon vorüber. Vielleicht glückt es aber einem etwaigen Reflektanten auch noch auf verspätete Bestellung hin, den Flugapparat geliefert zu erhalten. Er dürfte seine Freude daran haben. —

Ein Anhang des Werkes enthält eine auch in dieser Zeitschrift abgedruckte „Disputation über die Möglichkeit des persönlichen Kunstfluges", welche in der Zeitschrift „Vedette" zwischen einem unbekannten Rezensenten und dem Freiherrn von Wechmar über sein Buch: „Fundamentalsätze der Flugtechnik" geführt worden ist. Damit belehrt uns der Verfasser, dass es erfolglos ist, ihn zu belehren.

Gerlach.

Kleinere Mittheilungen.

— **Ein Versuch des Luftschiffers Lattemann.** Am 18. Juli d. J. machte der Luftschiffer Lattemann einen Versuch, die in der Abnahme begriffene Schaulust des Publikums in neuer Weise anzuregen. Lange vorher hatte die schnellzüngige Reklame bereits das Gerücht von einem sonderbaren Ballon verbreitet, der oben in der Luft zu einem Fallschirm zusammenklappen würde. Am Sonntag, dem 18. Juli, sollte dieses Monstrum vor aller Augen in der Flora zu Charlottenburg aufsteigen. Ein „Ballon in Form einer Granate" hatte denn in der That den gewöhnlichen Besuch der Flora verzehnfacht. Man muss es dem Luftschiffer Lattemann zugestehen, er versteht es, die Massen für sich zu gewinnen, einmal dadurch, dass er beständig Neuheiten bietet, dann aber durch die Kühnheit und Eleganz, welche er bei seinen Fahrten an den Tag legt. Ein Luftschiffer, der durch Auffahrten in öffentlichen Lokalen seinen Lebensunterhalt gewinnt, nähert sich dem Charakter des Akrobaten und dies muss bei seiner Beurtheilung als Massstab dienen. Das ganze Fahrzeug „die Granate" war nicht zum Luftfahren gemacht, sondern lediglich zum Zwecke eines kühnen Wagestückes. Der Ballonkörper war ungefähr 12 m hoch und hatte 3 m Durchmesser. Die untere Fläche, das Bodenstück der Granate, war durch ein Stahlband gesteift. Ein quadratisches Bandnetz umgab den Ballonkörper bis zu dem Stahlband hin. Hier setzten sich die Auslaufleinen an, an denen Herr Lattemann sich in der üblichen Weise befestigte. Der Stoff des Ballons war etwas dünn und erschien uns wegen der Höhe der Gassäule den Druckanforderungen kaum gewachsen. Die erste Fahrt glückte indess vollständig. Gegen 8 Uhr stieg Herr Lattemann ziemlich schnell auf. Der Ballon hatte augenscheinlich das Bestreben, sich mit der langen Achse horizontal zu stellen, denn er machte mit dem Luftschiffer ganz bedenkliche Pendlungen, die wir auf 10° Ausschlag schätzten. Plötzlich ging er gerade mit ziemlicher Geschwindigkeit herab. Alles glaubte, der Ballon wäre geplatzt; er blieb jedoch voll, nur die untere Fläche, das Bodenstück, legte sich fallschirmartig nach innen. Die Landung erfolgte auf dem Hippodrom. Beim Anstreichen an eine Pappel hatte daselbst der Ballon einen kleinen Riss erhalten. Herr Lattemann wurde 1 Stunde nach der Abfahrt in der Flora mit grossem Jubel empfangen. Bei einer Wiederholung dieser Fahrt am 20. Juli ereignete sich, was wir befürchtet hatten. Der obere Theil, die Spitze der Granate, hielt den Gasdruck nicht aus und platzte, zum Glück für den Luftschiffer vor der Abfahrt.

Mck.

— **Den grössten Luftballon,** welcher jemals dagewesen, hat — wie amerikanische Blätter berichten — kürzlich ein Herr M. A. P. van Tassel in San Francisco gebaut. Derselbe fasst 150 000 Kubikfuss Gas und ist eigens zu dem Zwecke konstruirt worden, um mit ihm über den nordamerikanischen Kontinent von Ocean zu Ocean zu fahren. Die Höhe beträgt vom Boden des Bootes bis zur Spitze des Gasbehälters 119 Fuss, der Ballon hat gefüllt einen Durchmesser von 68 Fuss. Die Umhüllung des Ballons besteht aus feinem, extra zu dem Zweck gewebtem Tuche, welches wie gewöhnlich, um es luftdicht zu machen, gefirnisst ist. In dem Boot, welches 21 Fuss im Umfang misst und dessen Seitenwände 34 Zoll hoch sind, haben 15 Personen Platz. Zur Füllung wird Wasserstoff verwandt werden. Die Kosten des Ballons stellen sich auf 6000 Pfd. Sterl. (ca. 120 000 Mk.). Van Tassel hat beträchtliche Erfahrung als Luftschiffer. In einer Höhe von 15 000 Fuss über dem Meeresspiegel ist derselbe bereits über das Wichitagebirge gefahren. Er behauptet, nach sorgfältigem Studium der Luftströmungen zu der Ansicht gekommen zu sein, sein, dass man in der richtigen Luftschicht mit grosser Geschwindigkeit — vielleicht bis 100 Meilen in der Stunde — nach Osten fahren kann. Das grösste Hindernssi der beabsichtigten Reise werden die Rocky Mountains bilden, weil bei ihnen ein Wechsel der Luftströmung eintritt. Sollte die Fahrt gelingen, so wird der Ballon in San Francisco ausgestellt werden.

Protokoll

der am 5. Juni 1886 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Müllenhoff, Schriftführer: Dr. Kronberg.

Tagesordnung: Vortrag des Herrn Ingenieur Lilienthal über leichte Motoren; Demonstration einiger Flugapparate von Samen und Früchten durch Herrn Dr. Müllenhoff; Bericht der technischen Kommission; geschäftliche Mittheilungen.

Herr Otto Lilienthal führte in seinem Vortrage über die leichten Motoren und ihre Verwendung für die Luftschifffahrt Folgendes aus:

Bei den Bemühungen, leichte Motoren für die Zwecke der Luftschifffahrt zu konstruiren, verfolgt man ein doppeltes Ziel; man will einerseits Aërostaten nach beliebigen Richtungen durch die Luft bewegen, andererseits sucht man nach Mitteln, um mit Maschinen den Flug der Vögel nachzuahmen.

Die Versuche, Aërostaten durch Maschinen fortzubewegen, sind bisher ausschliesslich bei schwachem Winde von Erfolg gewesen. Nur wenn die Windgeschwindigkeit weniger betrug als drei Meter, wenn der Wind also nur ein Drittel von seiner hier bei uns vorhandenen normalen Durchschnittsgeschwindigkeit besass, war eine Lenkung des Aërostaten zu erzielen. Nun wächst bekanntlich die mechanische Leistung, die erforderlich ist, um einen Körper durch ein Medium hindurch zu treiben, mit der dritten Potenz der Geschwindigkeit. Damit ein Aërostat sich in Luft von normaler Geschwindigkeit über einem Punkte der Erdoberfläche ruhend halte, ist demgemäss ein 27 Mal grösserer Kraftaufwand nöthig, als er bei den Versuchen von Renard und Krebs zur Anwendung kam. Es erscheint nicht wahrscheinlich, dass man vermittelst der bis jetzt bekannten Motoren derartige Leistungen hervorzubringen im Stande sein wird; die Bemühungen sind aussichtslos.

Anders verhält es sich mit den Bestrebungen der „Aviateure“. Freilich ist das Problem noch nicht gelöst, durch Bewegung geeigneter Flügelflächen, frei schwebend und ohne Aërostaten, Menschen durch die Luft zu bewegen. Aber man steht doch hier wenigstens nicht vor greifbaren Unmöglichkeiten.

Der Weg, der allein Aussicht auf Erfolg gewährt, ist die Anstellung von Experimenten. Dieser Weg wurde durch den Vortragenden bereits im Jahre 1870 betreten, und zwar bezogen sich die Versuche erstens auf die Anwendung von Motoren, die durch Federkraft getrieben wurden, und zweitens auf die Anwendung von Dampfmotoren.

Die Federkraft kann entweder so wirken, dass die Maschine ihre volle Wirkung in sehr kurzer Zeit und mit grosser Energie abgiebt, oder dass der Apparat während längerer Zeit mit gleichmässiger aber schwächerer Energie wirkt. Die Versuche wurden angestellt mit ein Paar in ausgespannter Haltung getrockneten und durch die Schnellkraft einer Stahlspirale in Bewegung gesetzten Taubenflügeln. Das Resultat war sowohl, wenn man die volle Energie in kürzester Zeit verbrauchte, wie wenn der Mechanismus während längerer Zeit, aber mit schwächerer Energie arbeitete, ein negatives. Trotzdem der Apparat nur 50 g wog, bewegte er sich nur etwa 7 m weit durch die Luft vorwärts, allerdings auf dieser Strecke die Flugbewegung einer Taube genau nachahmend.

Zur Erzielung grösserer motorischer Leistung, welche eine längere Beobachtungsdauer gestattet, erschien dem Vortragenden der Dampfmotor als der geeignetste.

Will man Dampfmaschinen für die Luftschifffahrt verwenden, so gilt es, einen hohen Druck und eine grosse Kolbengeschwindigkeit zu wählen; der Kessel muss so konstruirt sein, dass die Feuerflächen möglichst dünnwandig sind. Wenn man dem Dampferzeuger einen grösseren Querschnitt giebt, so braucht man bei doppeltem Querdurchmesser die doppelte, bei dreifachem Querdurchmesser die dreifache Wandstärke und es ist demgemäss bei gleicher Grösse der Feuerflächen ein um so grösseres Gewicht der Röhren nothwendig, je grösser der Querdurchmesser ist. Hieraus ergiebt sich die praktische Folgerung, dass der Dampferzeuger ein langes dünnes Rohr sein muss. — Auf Grund dieser Berechnungen stellte sich der Vortragende im Jahre 1871 einen Dampfmotor her, der bei einem Gewicht von 1500 g eine Leistung von 1/4 Pferdekraft besass. Dieser Apparat ist ganz analog den durch den Vortragenden für die Zwecke der Industrie gebauten Motoren; in Bezug auf die Wandstärke konnte er bis auf 1/6 mm bei einem Durchmesser von 6 mm heruntergehen unter Verwendung von gezogenem Messingrohr. Die Maschine arbeitete mit 10—12 Atmosphären.

Herr Dr. Müllenhoff dankte dem Vortragenden für seine Mittheilungen und gab der Hoffnung Ausdruck, dass Herr Ingenieur Lilienthal Gelegenheit finden werde, seine zur Zeit unterbrochenen Experimente von Neuem aufzunehmen; durch einen Bericht über die Versuche werde er die Interessen des Vereins in der wirksamsten Weise fördern, zumal wenn es sich als thunlich herausstellte, die Experimente in der Sitzung selbst auszuführen.

An der darauf folgenden Diskussion betheiligten sich die Herren Regely, Priess, Mödebeck und Dr. Kronberg; es wurden an Herrn Lilienthal mehrere Fragen gerichtet bezüglich der bisherigen Experimente und der geplanten Fortsetzung der Versuche. Herr Lilienthal beantwortete diese Fragen und stellte eine weitere mit Demonstrationen verbundene Mittheilung für die Folgezeit in Aussicht.

Darauf demonstrirte Herr Dr. Müllenhoff an Pflanzensamen und Früchten

einige Flugvorrichtungen von besonders wirksamer und schöner Form. Durch den Zoologen Dr. Fritz Müller (in Blumenau in Südbrasilien) waren dem Vortragenden eine Anzahl von Samen des Schizolobium, einer tropischen Leguminose, zugesandt worden; dem durch seine mannigfachen naturwissenschaftlichen Arbeiten bekannten Dr. Otto Kuntze (Halle) verdankte der Vortragende einige Samen von Bignoniaceen (Oroxylon indicum Bentham et Hooker, Java, Himalaya, und Pithecoctenium Aubletii Splity, Brasilien) und einer Cucurbitacee (Zanonia macrocarpa Blume. Java).

Diese Samen sind durch den Vortragenden in doppelter Weise untersucht worden; er hat zunächst die Gewichte der Samen und das „Segelareal" derselben festgestellt und zwar in genau derselben Weise, wie bei den Untersuchungen über die Grösse der Flugflächen der Vögel (s. diese Zeitschrift Jahrgang 1885, pag. 212), sodann wurde die Bahn der „fliegenden" Früchte durch Beobachtungen und Experimente festgestellt.

Die bei den Messungen und Berechnungen erhaltenen Zahlen zeigten eine sehr bedeutende Differenz der Segelgrösse bei den verschiedenen Pflanzen. Je nach der Grösse des Segelareales war der Fall der Früchte ein sehr verschiedener.*)

Am schnellsten fallen die Schizolobiumsamen; hier ist das Segelareal etwa von derselben relativen Grösse, wie bei den Vögeln vom Sperlingstypus. Wirft man einen Schizolobiumsamen kräftig in die Luft, so dreht derselbe sich unter lautem Schnurren allmählich bis an die Decke und beschreibt dabei eine Bahn, die einer auf einer Cylinderoberfläche aufgewickelten Spirale gleicht; in der Höhe von 2 bis 3 m dreht dann der Samen um und kehrt auf demselben Wege zur Erde zurück. Weit langsamer bewegen sich schon die Pithecocteniumsamen; die Bahn, die dieselben beim Abwärtsfallen beschreiben, ist ganz ähnlich der vorigen, indessen sind die Windungen weiter und die Steigung ist weit weniger steil als bei den Schizolobiumsamen. Noch langsamer ist die Abwärtsbewegung und noch weiter der umschriebene Cylindermantel bei Oroxylon und vor allem bei Zanonia. Ausser bei Schizolobium ist es nicht möglich, die Samen aufwärts zu werfen; man kann sie nur fallen lassen, um die Flugbahn kennen zu lernen.

---

*) Die erhaltenen Zahlen waren folgende:

F = Grösse des Segelareals in Quadratcentimeter,
P = Gewicht des Samens in Gramm,
$\sigma = F^{\frac{1}{2}}/P^{\frac{1}{3}}$ = Segelgrösse.

		F	P	σ
1. Schizolobium	1.	21,50	2,200	3,562
	2.	25,20	2,256	3,828
	3.	25,20	2,156	3,886
	4.	26,20	2,2355	3,915
	5.	26,00	2,029	4,028
2. Pithecoctenium	1.	15,00	0,0652	8,776
	2.	14,05	0,0623	9,455
3. Oroxylon	1.	17,00	0,0790	9,609
	2.	18,00	0,0720	9,764
4. Zanonia	1.	46,95	0,1590	11,74
	2.	46,40	0,1610	12,52

Dr. M.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Gneisenau-Strasse 28.
Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

V. Jahrgang. **1886.** **Heft VIII.**

Physikalische Eigenschaften der Atmosphäre.

Vortrag von **Dr. Wilhelm Angerstein.**

Eine Eigenschaft der atmosphärischen Luft, deren Wirkungen jeden Augenblick fühlbar werden, ist ihre Elastizität. Die Luft ist ausdehnungsfähig und ist zusammendrückbar. Die Entfernung, in welcher die einzelnen Luftmoleküle gewöhnlich von einander schweben, ist so bedeutend, dass dieselben durch mechanische Kraft zusammengedrängt werden können. Die Luft kann mechanisch in ein kleineres Volumen zusammengepresst werden und zwar verringert sich das Volumen stets um die Hälfte, wenn der Druck, dem die Luft ausgesetzt ist, verdoppelt wird.*) Sobald aber die Kraft, welche den Druck ausübt, zu wirken aufhört, dehnt sich die Luft sofort aus, so dass sie dann wieder ihr ursprüngliches Volumen einnimmt. Es zeigt sich darin der Einfluss der abstossenden Kraft, welche die Moleküle auf einander ausüben. Eine wichtige Folge der Zusammendrückbarkeit der Luft ist die Thatsache, dass dieselbe um so dichter wird, je höher die Luftmasse ist, welche auf ihr lastet. Auf dem Meeresspiegel ist die Luft also viel dichter, als auf hohen Bergen. Die über den Bergen befindliche Luftschicht oder Luftmasse hat einen geringeren Höhendurchmesser, als die über dem Meeresspiegel befindliche. Wie gross überhaupt die senkrechte Höhe der Luftschicht ist, die den theils festen, theils flüssigen Kern unserer Erde umgiebt, ist noch nicht festgestellt und wird vielleicht auch nie festgestellt werden. Alles

*) Mariotte'sches oder Boyle'sches Gesetz.

darüber bisher Angegebene beruht auf Schlüssen oder Voraussetzungen, deren Richtigkeit sich nicht beweisen lässt. Es galt früher als eine zutreffende Meinung, dass die senkrechte Höhe der atmosphärischen Luft über dem Meeresspiegel ungefähr zehn geographische Meilen betrage. Diese Ziffer erscheint indessen viel zu niedrig gegriffen zu sein, wenn man erwägt, dass Sternschnuppen und Feuerkugeln für uns nur in der irdischen Atmosphäre leuchten, und dass diese Phänomene in Höhen von zwanzig bis dreissig geographischen Meilen beobachtet worden sind, dass ferner das Nordlicht, dessen Höhe noch viel bedeutender ist, seinen Sitz höchst wahrscheinlich auch in unsrer Atmosphäre hat und dass endlich betreffs des Einflusses der höheren Luftregionen auf die Dämmerungserscheinungen Beobachtungen (besonders in Rio Janeiro) gemacht worden sind, wonach hervorragende Forscher, wie Liais, zu dem Schlusse berechtigt zu sein glauben, dass der senkrechte Höhendurchmesser der über dem Meeresspiegel befindlichen Luftschicht vierzig bis fünfzig geographische Meilen beträgt.

Selbst wenn die geringste der hier angegebenen Ziffern die richtige wäre, so würde die Grenze der Atmosphäre für uns Menschen doch ewig unerreichbar sein. In Folge der Ausdehnung, welche die Luft gewinnt, sobald der auf ihr lastende Druck abnimmt, verdünnt sie sich in dem Maasse, dass ihre Dichtigkeit etwa in der Höhe der höchsten Spitzen des Mont Blanc schon um die Hälfte abgenommen hat. Die Höhe des Mont Blanc beträgt ungefähr 4700 Meter. In der doppelten Höhe ist das Menschenleben bereits im höchsten Grade gefährdet. Crocé Spinelli, Sivel und Gaston Tissandier waren am 15. April 1875 mit dem Ballon „Zenith“ bis zur Höhe von 8000 Metern aufgestiegen, als sie die Besinnung verloren; um wieviel sie noch höher gestiegen sind, ist unbekannt. Als der einzige Ueberlebende von ihnen (Tissandier) wieder zum Bewusstsein kam, fiel der Ballon, seine Gefährten waren aber todt. Am 5. September 1862 waren Glaisher und Coxwell mit einem Ballon bis zur Höhe von 11 000 Metern aufgestiegen, Glaisher war dabei bereits bewusstlos, Coxwell raffte jedoch alle seine Thatkraft zusammen und öffnete das Ballonventil, wodurch er sich und Glaisher das Leben rettete. Höhere Höhen sind bisher von Menschen nicht erreicht worden und ob es jemals gelingen wird, Vorkehrungen zu finden, mit denen sie gefahrlos zu erreichen sind, muss dahin gestellt bleiben. Jedenfalls wird der grössere Theil des gewaltigen Luftmeeres dem Menschen für immer unzugänglich bleiben.

Unsere höchsten Luftballonfahrten, mit denen wir uns weit über das irdische Weltgetümmel erheben, bis dahin, wohin kein Laut von der Erde mehr dringt, wo absolute Stille herrscht — auch diese Fahrten sind doch nur niedrig und unbedeutend im Vergleiche zu der Unermesslichkeit des Luftmeeres.

Bei dieser Unermesslichkeit der Luftmasse, welche den festen und flüssigen Kern der Erde umgiebt, ist es eine Vorbedingung alles animalischen

und vegetabilischen Lebens, dass die reine Luft vollkommen frei durchlässig für die Schwingungen des Lichtes sein muss. Die Letzteren dringen durch die atmosphärischen Moleküle ebenso ungehindert, wie durch einen leeren Raum. Wäre dem nicht so, dann würde sich die Erdoberfläche in dauernder Finsterniss befinden, uns würde nicht nur das zum Leben nothwendige Licht mangeln; den irdischen Dingen würden Farbe, Glanz und Schatten fehlen und es würde, falls auf der Erde Wesen existirten, die des Lichtes entbehren könnten, diesen auch der Ausblick in die unsern Planeten umgebenden Regionen des unendlichen Raumes, der Ausblick in das Weltall, entzogen sein.

Ebenso durchlässig für das Licht, wie die reine Luft, sind auch die in Folge der Erwärmung der Erdoberfläche aufsteigenden Wasserdünste, so lange dieselben unsichtbare Dünste bleiben und sich als solche in die Atmosphäre erheben. Erst wenn sie sich zu Nebel und Wolken zusammenballen, verlieren sie diese Eigenschaft. Die von Nebel erfüllte Luft ist nicht mehr transparent, und wenn sich der Himmel dicht bewölkt, tritt Dunkelheit ein. Da aber gerade die schwersten und dicksten Wolken immer nur in verhältnissmässig niedrigen Regionen vorhanden sind, so können wir beim Besteigen hoher Berge und noch besser bei Luftballonfahrten die Beobachtung machen, dass unter den Wolkenmassen trübes Dämmerlicht herrscht, während uns über denselben der klarste Sonnenschein entgegenstrahlt.

Die Lichtschwingungen bringen bekanntlich unter gewissen Umständen sehr verschiedene Farbeneffekte hervor. Wenn wir am westlichen Horizonte nach Sonnenuntergang prachtvolle Farbenerscheinungen wahrnehmen, so sind dieselben durch starke Lichtschwingungen hervorgerufen, welche die Eindrücke von Gelb, Orange und Roth erzeugen und die nicht im Stande sind, jene von Nebeln und Wolken erfüllten Schichten der Atmosphäre zu durchbrechen, wo wir die Farben sehen, weil die Schwingungen dort festgehalten und von dort zu uns zurückgestrahlt werden. Ueberhaupt sind überall, wo wir ausserordentliche Farbenerscheinungen in der Atmosphäre erblicken, eigenthümliche Zustände vorhanden, welche Lichtschwingungen festhalten und zurückstrahlen. So bei der Erscheinung des Regenbogens, den Luftschiffer in höheren Regionen bisweilen vollständig kreisförmig geschlossen erblicken; ferner wenn die Lichtstrahlen um den über den unteren Wolkenschichten, aber nicht über der Region der Wolken überhaupt schwebenden Luftballon einen mächtigen, goldig schimmernden Ring bilden, wie einen kolossalen Heiligenschein, der nach aussen hin matt violett verläuft.

Das wolkenfreie Himmelsgewölbe erscheint uns blau. Es ist dies die Wirkung der schwachen blauen Lichtschwingungen, die von der Erde aufwärts zurückgestrahlt werden und durch die Atmosphäre hindurch nach dem äusseren Raum, in das weite Weltall hinausstreben. Für diese blauen Lichtschwingungen ist die reine Luft nicht in der gleichen Weise durchlässig, wie für anders gefärbte Strahlen; die Luftmoleküle müssen diese Schwingungen festhalten und zurückstrahlen, sonst könnte uns die Atmosphäre nicht blau

gefärbt erscheinen. Und weil die Letztere eben für alle andern Licht schwingungen vollkommen transparent ist, so sehen wir den nebelfreien und wolkenlosen Himmel niemals in einer andern Farbe als blau. Ja, wir dürfen in Folge dieser Eigenschaft sagen: die Luft ist, wenn man ihren ungeheuren Höhendurchmesser in Rechnung zieht, nicht völlig farblos, sondern sie ist ein blaues Medium.

Im Eingange meines Vortrages habe ich der Zusammendrückbarkeit der Luft und der daraus folgenden Thatsache Erwähnung gethan, dass die der Erdoberfläche am nächsten befindliche Luftschicht unter der Last der ganzen auf ihr liegenden Luftmenge bedeutend komprimirt ist und dass die Dichtigkeit der Luft um so mehr abnimmt, je mehr man sich von der Erdoberfläche, d. h. von dem Niveau des Meeresspiegels, aufwärts steigend entfernt. Wenn wir uns nun irgendwo im Raume befinden, so treffen uns von allen Seiten Lichtstrahlen. Diejenigen Lichtstrahlen, welche auf uns, beziehungsweise in die Ebene unseres Horizonts*), rechtwinklig einfallen, haben einen vollständig geradlinigen Weg zurückgelegt, wogegen die in schiefem Winkel einfallenden Lichtstrahlen nur so lange sich in gerader Linie bewegt haben, wie sie sich in einer Luftschicht von unveränderter Dichtigkeit befanden. Sobald eine Veränderung in der Dichtigkeit eintritt, sei es, dass die Luft stärker komprimirt oder mehr aufgelockert wird, so weicht der Lichtstrahl von der geraden Linie ab. Der in schiefem Winkel die Ebene des Horizonts treffende Lichtstrahl muss aber, weil, wie gesagt, die Dichtigkeit der Luft mit der Annäherung an die Erdoberfläche (Höhe des Meeresspiegels) allmählich zunimmt, fortwährend von der geraden Linie etwas abweichen; er krümmt sich, übrigens immer in derselben Vertikalebene bleibend, schwach nach unten.**) Der Weg, den das Licht zurücklegt, wird auf diese Weise ein schwach gekrümmter Bogen, dessen hohle Seite dem Erdboden zugekehrt ist. Zieht man an den Endpunkt dieses Bogens, d. i. also beim Auge des Beobachters, eine Tangente an den Bogen, so giebt diese die Richtung an, in welcher der Beobachter das Licht empfängt. Er sieht also den Gegenstand, dessen Bild ihm der in schiefem Winkel einfallende Lichtstrahl übermittelt, nicht genau an der Stelle, wo sich dieser Gegenstand thatsächlich befindet, sondern an einem Punkte, welcher in der Richtung der Tangente liegt.

Dies ist nun allerdings zunächst von Wichtigkeit für die Astronomie. In Folge des eben erörterten Gesetzes sehen wir jeden Stern — mit Aus-

*) Befinden wir uns im Freien, wo nichts unsere Aussicht hindert, also am besten auf hoher See, so erscheint uns die Erde als eine nach allen Seiten sich ausdehnende Ebene, über welcher sich der Himmel als ein Halbkugelgewölbe ausbreitet. Unser Standpunkt ist der Mittelpunkt dieser Halbkugel und daher ist die weit herumlaufende Durchschnittslinie unserer Standebene und des Himmelsgewölbes ein grösster Kreis. Dieser Kreis wird Horizont genannt; die astronomische Geographie nennt die Standebene selbst die Ebene des Horizonts. Errichtet man im Standpunkte auf der Ebene eine Senkrechte, so schneidet diese das Himmelsgewölbe in einem Punkte, welcher das Zenith heisst.

**) Snellius'sches Brechungsgesetz.

nahme eines solchen beim Zenith, dessen Licht uns unter rechtem Winkel trifft — etwas höher am Himmelsgewölbe, als er sich wirklich über der Ebene des Horizonts befindet, und zwar ist der Unterschied zwischen dem Punkte, wo wir den Stern erblicken, und demjenigen, wo er sich wirklich befindet, um so grösser, je weiter die wirkliche Stellung des Sternes vom Zenith entfernt ist. Es ist ganz besonders zu bemerken, dass ein Stern in Folge der Lichtstrahlenbrechung niemals seitlich, sondern nur in der Vertikalebene verschoben, beziehungsweise dem Zenithe genähert erscheint. Die Entfernung, d. i. die Anzahl der Minuten und Sekunden, um welche die Höhe eines Sternes durch Krümmung des Lichtstrahles vermehrt erscheint, heisst die „astronomische Strahlenbrechung".

Aber es giebt auch eine „irdische Strahlenbrechung". Die strahlenkrümmende Wirkung der Luft äussert sich ebenfalls, indessen wegen der viel geringeren Entfernung natürlich viel schwächer, in der scheinbaren Höhe entfernter, hoher irdischer Gegenstände. Der Gipfel eines Berges, die Spitze eines fernen grossen Thurmes, der in der Höhe schwebende Luftballon erscheint uns in etwas grösserer Höhe, als die gerade Linie zu uns es angeben würde.

Eine Folge der mit dem Wachsen der Entfernung vom Zenith sich vergrössernden Strahlenbrechung sind die scheinbaren Veränderungen, welche wir an der Gestalt der Sonnenscheibe oder an der des Vollmondes je nach dem Stande der Letzteren wahrnehmen. Wir sehen häufig die untergehende Sonne bei nicht ungünstigem Abendhimmel oder auch die aufgehende Sonne in früher Morgenstunde am Horizont in länglich runder Gestalt. Der obere und noch mehr der untere Rand der Sonne erscheint dann elliptisch abgeflacht, so dass sich die beiden Durchmesser der Scheibe wie 6 : 5 zu verhalten scheinen, während wir doch wissen, dass die Scheibe kreisrund ist, wie wir sie hoch oben am Himmelsgewölbe sehen. Und die gleiche auffallende Erscheinung tritt auch beim Auf- und Untergange der Mondscheibe ein.

Aus dem Gesetz der Strahlenbrechung lassen sich auch manche auffallende Erscheinungen erklären, welche bei Luftballonfahrten beobachtet werden. Man wird immer hören, dass bei den ersten Fahrten, welche jemand in das Reich der Lüfte hinein unternimmt, sehr viele neue und unerwartete Eindrücke auf ihn wirken. Zu diesen Letzteren gehört auch die Thatsache, dass es dem Neuling in der Aëronautik schwer wird, Entfernungen von der Ballongondel aus zu schätzen und Gegenden, die ihm sonst wohl bekannt sind, mit Sicherheit wieder zu erkennen. Es trägt dazu freilich der Umstand sehr wesentlich bei, dass wir sonst nicht gewöhnt sind, die Gegenstände aus der Vogelperspektive zu sehen, aber dies Ungewöhnliche der Situation ist nicht der einzige Grund, es kann vor allen Dingen auf geübte und erfahrene Aëronauten nicht in dem Maasse wirken, dass dieselben sonderbaren Täuschungen ausgesetzt werden. Gaston Tissandier erzählt zum Beispiel, er habe geglaubt, sich über Heideland zu befinden und habe den Platz für geeignet zur Landung gehalten; als er aber das Ventil des Ballons geöffnet,

demzufolge rasch gefallen sei und bereits den Anker ausgeworfen habe, da erst habe er wahrgenommen, dass unter ihm hoher Laubwald mit mächtigen alten Bäumen war. Solche Irrthümer sind meiner Meinung nach wenigstens theilweise auch auf die optische Wirkung der Strahlenbrechung zurückzuführen.

Die Lichtstrahlen, welche vom Erdboden zurückgeworfen werden und unser Auge treffen, während wir uns in der Gondel des in der Höhe schwebenden Luftballons befinden, sind denselben physikalischen Gesetzen unterworfen, wie diejenigen, die von einer ausserhalb der Atmosphäre befindlichen Lichtquelle (der Sonne, einem Stern) her auf die Erde fallen. Auch die von irdischen Gegenständen nach oben zurückgeworfenen Lichtstrahlen können uns in der Ballongondel nur in dem Falle in gerader Linie treffen, dass ihre Richtung genau vertikal ist. Ist ihre Richtung dagegen schief, so müssen sie einen krummlinigen Weg zurücklegen; weil in diesem Falle alle Verhältnisse umgekehrt sind, so kann die Krümmung nicht nach unten, sondern nur nach oben stattfinden, und die hohle Seite der entstehenden Bogenlinie kann nicht dem Erdboden zugekehrt, sondern muss ebenfalls nach oben gewandt sein. Es tritt uns damit eine eigenthümliche Form der irdischen Strahlenbrechung entgegen, die gewiss noch näherer Betrachtung würdig ist. Eine solche möchte ich hiermit angeregt haben.

Es sei mir gestattet, im Anschlusse hieran noch einer anderen physikalischen Eigenschaft der Atmosphäre, der Diathermansie, Erwähnung zu thun. Ebenso, wie die reine Luft für das Licht durchlässig ist, so ist sie es auch für die Wärme, vorausgesetzt, dass sie trocken, nicht mit Wasserdünsten geschwängert ist. Die warmen Sonnenstrahlen durchdringen die reine, trockene Luft, ohne deren Moleküle im Geringsten zu erwärmen. Dagegen wirken die Wasserdünste und wenn sie noch so unsichtbar und transparent sind, stets als eine Schutzmauer gegen die Wärmestrahlen der Sonne, indem sie dieselben in sich festhalten und ihnen so den freien Durchgang verwehren. Die Wasserdünste halten nicht nur einen wesentlichen Theil der Sonnenwärme auf, ehe diese die Erde erreicht, sondern sie dienen auch dazu, die Wärme hier bei der Erdoberfläche festzuhalten. Die Diathermansie der Luft, verbunden mit der Fähigkeit der Wasserdünste, die Wärme zu fesseln, ist — neben der Durchsichtigkeit der Atmosphäre — die zweite nothwendige Vorbedingung für das animalische und vegetabilische Leben auf der Erde.

Die reine trockene Luft ist kalt und wird nicht direkt durch die Sonnenstrahlen erwärmt, sondern die Letzteren durchdringen die Luft und erwärmen die Erdoberfläche, welche dann ihrerseits durch Rückstrahlung den nächsten Luftschichten Wärme mittheilt. Diese mitgetheilte Wärme wird nun nahe der Erdoberfläche am intensivsten und längsten festgehalten, wenn die Atmosphäre hier stark mit Wasserdünsten geschwängert ist. Da die Wasserdünste, wie erwähnt, selbst einen Theil der Sonnenwärme direkt auffangen, so bilden sie eben eine Schutzmauer gegen allzu starken Sonnen-

brand, und der Mensch empfindet die Sonnenstrahlen am drückendsten und unerträglichsten da, wo wenige oder keine Wasserdünste in der Luft vorhanden sind.

Es giebt tropische Gegenden, wo die Sonnenstrahlen selbst dem an ein gemässigtes Klima gewöhnten Europäer keine Beschwerden bereiten, während der Reisende in der Wüste darunter schwer zu leiden hat. Ueber dem Wüstenboden schweben keine Wasserdünste, die Luft ist hier viel zu trocken, um eine Schutzwand gegen die Sonnenstrahlen zu bilden, daher haben die Letzteren hier eine ausserordentliche Wärmekraft. Am Tage, so lange die Sonne scheint, nimmt der Wüstenboden eine wahre Glutwärme an, aber ebenso stark kühlt er sich nachts ab, weil keine Wasserdünste da sind, welche die zurückstrahlende Wärme aufhalten können. Die Wirkung dieses raschen Wechsels von Erhitzung und Abkühlung ist, dass alle Gegenstände in der Wüste in bedeutenderem Maasse, als irgendwo anders, der Verwitterung ausgesetzt sind. Der Temperaturwechsel beträgt innerhalb 24 Stunden dort oftmals 30 bis 40° C. und darüber. Dabei ist naturgemäss einerseits die Ausdehnung, andererseits die Zusammenziehung aller Körper ausserordentlich stark und in diesem raschen Wechsel, der eine fast ununterbrochene Veränderung des Volumens bildet, sind die Körper ebenso der Zerstörung ausgesetzt, als wenn von aussen her mechanisch an ihrer Vernichtung gearbeitet würde. Wüstenreisende wissen davon zu erzählen, dass Felsblöcke in kaum einem Jahre zerbröckelt sind und Waaren, welche von Karawanen zurückgelassen worden, in einigen Monaten schon vernichtet waren.

Weil die Luft ihre Wärme theils durch die Rückstrahlung von der Erde, theils durch die wärmefesselnde Kraft der Wasserdünste erhält, so sind die von der Erdoberfläche entfernteren und trockneren Regionen der Atmosphäre die kälteren. Je weiter wir uns von der Erdoberfläche, d. h. von der Höhe des Meeresspiegels entfernen, indem wir in die Atmosphäre aufsteigen, sei es beim Besteigen hoher Berge oder mittelst eines Luftballons, um so mehr empfinden wir, wie die Wärme der Luft immer mehr abnimmt. Und in den hohen Regionen, auf Berggipfeln, wie bei Hochfahrten mit dem Ballon machen wir auch die Beobachtung, dass wegen der dort vorhandenen grösseren Trockenheit der Luft die Sonnenstrahlen eine stärkere Wärmekraft haben, als wir unten gewöhnt sind. Aehnlich wie in der Wüste brennt die Sonne hoch oben in der Luft, wo keine Schutzwehr von Wasserdünsten vorhanden ist.

Diese Verhältnisse dürften nun geeignet sein, eine Erscheinung zu erklären, welche von Luftschiffern häufig beobachtet worden ist. Wenn ein Luftballon sich längere Zeit in einer kalten Wolkenschicht befunden, so hat sich das Füllungsgas in dem Maasse zusammengezogen, dass die Ballonhülle Falten wirft und der Luftschiffer Ballast auswerfen muss, um weiteren Auftrieb zu erhalten. Dadurch gelingt es, den Ballon über die Wolkenschicht hinaus zu bringen. Sowie er sich über dieselbe erhoben hat, trifft ihn der helle Sonnenschein mit solcher Kraft, dass das Gas in dem Ballon sich plötz-

lich in ganz überraschender Weise ausdehnt, wobei die Ballonhülle so straff wird, dass sie gesprengt zu werden droht und der Luftschiffer sich beeilen muss, die Ventilleine zu ziehen, um durch Preisgebung eines Theiles des Gases eine Katastrophe abzuwenden. Diese urplötzliche Ausdehnung des Füllungsgases ist nur dadurch zu erklären, dass der Ballon ebenso urplötzlich einer ganz ausserordentlich starken Erwärmung ausgesetzt war. Ueber der Wolkenschicht befand sich in jedem solchen Falle trockene, nicht mit Wasserdünsten durchsetzte, reine Luft; die Sonnenwärme konnte hier also mit voller Kraft wirken und die dünne Ballonhülle war nicht im Stande, den Einfluss der heissen Strahlen auf die Gasfüllung zu mildern. Nur bei dem Eintritt in reine trockene Luftregionen hat der Luftschiffer eine Sprengung der Hülle durch unerwartet rasche und starke Ausdehnung des Gases zu fürchten. Wären von den Luftschiffern häufiger und regelmässiger hygrometrische Beobachtungen angestellt worden, als dies bisher geschehen ist, so hätten dieselben meiner Ueberzeugung nach diese Behauptung immer bestätigen müssen.

In dem Vorhergegangenen habe ich nur einige der bekanntesten physikalischen Eigenschaften der Atmosphäre besprochen. Ich glaube aber, es genügt das Angeführte, um zu zeigen, wie wichtig die Kenntniss der Physik für den Betrieb der Luftschifffahrt ist. Wir können es heute noch täglich erleben, dass die Praktiker in der Aëronautik mit dem Selbstbewusstsein einer gewissen Ueberlegung den Theoretikern gegenübertreten. Ich aber behaupte: wenn diese Praktiker nicht auch Theoretiker sind, das heisst, wenn sie nicht darnach streben, über ihre Thätigkeit und über die ihnen bei der Ausübung der Letzteren entgegentretenden Erscheinungen mit Hülfe von physikalischen und anderen wissenschaftlichen Kenntnissen ein Urtheil zu gewinnen, — dass ihnen dann die einfachsten, natürlichsten Vorgänge, die sie in ihrer Berufsthätigkeit erleben, für immer unlösbare Räthsel bleiben werden. Ueberall, wo die exakten Wissenschaften zur Anwendung gelangen sollen, müssen Theorie und Praxis Hand in Hand gehen. Der Praktiker, der sich ein umfassenderes Urtheil zutraut, als dem Theoretiker, überhebt sich nur, denn sein Gesichtskreis ist doch immer beschränkt auf das Selbsterlebte und Erfahrene; der Theoretiker, der die Praxis nicht gebührend achtet, ist ebenfalls auf einem Irrwege, weil die Praxis erst die Prüfsteine für die Theorie abgiebt.

Die vertikalen Luftbewegungen in der Atmosphäre und ihre Bedeutung für die Luftschifffahrt.

Von **F. H. Buchholtz.**

(Mit einer Figurentafel.)

Neben manchen Analogien, die zwischen dem See- und Luftschiff bestehen, finden wir in Bezug auf Fortbewegung und Lenkbarkeit wiederum sehr bedeutende Verschiedenheiten, die leider von einer grossen Zahl von Erfindern nicht genügend erkannt oder beachtet werden.

Abgesehen von dem einen Umstande, dass das Luftschiff sich in Mitten eines Mediums mit diesem, während sich das Seeschiff an der Grenze von zweien, d. h. zum Theil im Wasser, zum Theil in der Luft fortbewegt, und

lich in ganz überraschender Weise ausdehnt, wobei die Ballonhülle so straff wird, dass sie gesprengt zu werden droht und der Luftschiffer sich beeilen muss, die Ventilleine zu ziehen, um durch Preisgebung eines Theiles des

Abgesehen von dem einen Umstande, dass das Luftschiff sich in Mitten eines Mediums mit diesem, während sich das Seeschiff an der Grenze von zweien, d. h. zum Theil im Wasser, zum Theil in der Luft fortbewegt und es dem Seemanne möglich ist, die seiner Fahrrichtung passende Bewegung des Einen oder des Andern zu benutzen, kommt noch ein anderer Faktor in Rechnung, der in dem Folgenden eingehender besprochen werden soll.

Während sich nämlich das Seeschiff — abgesehen von den Bewegungen der Wellen — in einer Horizontalebene fortbewegt und der Seemann nur nach rechts oder links von seinem Kurs abgelenkt werden kann, schwimmt das Luftschiff im freien Raum und kann nach allen Richtungen hin verschlagen werden.

Das für den Luftschiffer so sehr unbequeme, von ihm nicht beabsichtigte Steigen und Sinken des Ballons ist man fast immer geneigt gewesen, allein dem wechselndem Auftrieb zuzuschreiben, welcher theils durch das Entweichen des Gases, theils durch Erwärmung bezw. Abkühlung desselben veranlasst werden kann.

Zahlreiche Vorschläge haben den Zweck verfolgt, diesem Uebelstande abzuhelfen und damit dem Luftschiff die Möglichkeit zu geben, sich in einer beliebigen Höhe horizontal fortzubewegen oder nach Belieben zu steigen und zu sinken. Das naheliegendste Mittel hierzu war die dem Fisch zu diesem Zweck gegebene Luftblase, welche schon im vorigen Jahrhundert von Oberst Meusnier für Ballons in Vorschlag gebracht wurde.

Von Anderen, z B. Baumgarten-Wölfert, wurden Hubschrauben verwendet und endlich die künstliche Erwärmung des Gases bezw. der Luft in einer beigegebenen Montgolfière in Vorschlag gebracht.

Wenn nun auch durch derartige Einrichtungen bei einzelnen praktischen Versuchen ein mehr oder minder erkennbarer Erfolg erzielt wurde, so reichte derselbe doch nicht aus, die allgemeine Einführung der betreffenden Einrichtung zu rechtfertigen und die altbewährten Mittel des Ballastauswerfens und Ventilziehens — so mangelhaft sie auch in mancher Hinsicht sein mögen — zu verdrängen.

Ein Versuch der allerneuesten Zeit, des englischen Ingenieurs Gower, ging vielmehr dahin, diese Mittel in der Weise zu verwenden, dass sie selbstthätig den Ballon in einer bestimmten Höhe zu erhalten im Stande seien.

Von der Voraussetzung ausgehend, dass beim Kugelballon sich beim Steigen seine vertikale Achse verlängert, beim Sinken aber verkürzt*), glaubte Gower durch zweckentsprechende Verbindung der Ventilleine mit dem

Ein am 25. September 1884 in Paris ausgeführter Versuch nahm ein klägliches Ende und haben auch die späteren klar dargelegt, dass zwischen Theorie und Praxis doch ein grosses Feld von Hindernissen liegt, die eben vom grünen Tisch aus nicht zu beurtheilen sind.

*) Ob die Voraussetzung selbst richtig ist, dürfte immerhin fraglich sein. B.

Ballastbehälter es ermöglichen zu können, dass sich beim Steigen das Ventil von selbst öffnet, beim Sinken aber der Ausfluss des Ballastes automatisch erfolgt.

Ebenso wie der Seemann verlangt, dass sein Schiff jeder Drehung des Steuers unmittelbar folgt, muss auch dem Luftschiffer ein Mittel zur Hand sein, welches ihm gestattet, dem Ballon sofort eine Wendung nach oben oder unten zu geben, bezw. sein Steigen oder Sinken möglichst schnell zu unterbrechen, und hierzu hat sich bisher nur Ballast und Ventil in der Hand des Luftschiffers als ausreichend erwiesen.

Der Grund hierfür liegt, wie ich glaube, eben darin, dass mehr als eine Veranlassung sowohl zum Steigen, wie auch für das Sinken vorliegen und dass neben dem vermehrten oder verminderten Auftrieb des Gases noch auf- und abwärts gerichtete Luftströmungen hinzutreten, die theils ein unerklärliches Steigen, theils ein jähes Herabsinken veranlassen.

So wird durch das plötzliche Eintreten eines Ballons in eine aufsteigende wärmere Luftströmung gleichzeitig das Gas einen vermehrten Auftrieb erhalten und damit die aufsteigende Wirkung noch verstärkt, im entgegengesetzten Fall mit dem absteigenden kalten Luftstrom das Sinken beschleunigt werden. Während zur Aufhebung der Abwärtsbewegung in einem Falle ein halber Sack Ballast genügt, werden in einem anderen zwei Säcke noch nicht ausreichen, das nothwendige Maass kann nur die Erfahrung lehren.

Es ist jedem praktischen Luftschiffer hinlänglich bekannt, dass der Ballon über Wald und grösseren Gewässern sich meistens senkt und war diese Beobachtung Veranlassung zu der nicht ganz zutreffenden Bezeichnung „Wasser und Wald ziehen den Ballon an“, während wir neuerdings durch die experimentellen Darstellungen des Dr. Vettin den wahren Grund dieser Erscheinungen kennen gelernt haben.

Schon Prof. Archibald*) hatte bei seinen Versuchen mit Drachen ein Heben und Sinken desselben beim Vorüberziehen von Wolken bemerkt, eine Beobachtung, die man bei Luftfahrten der Abkühlung des durch die Wolke beschatteten Ballons zuschrieb. Da dieser Grund beim Drachen indessen wegfällt, mussten wohl andere Ursachen hierzu vorhanden sein; da aber die Drachenschnur beim Steigen nicht straffer angespannt war, konnte nicht etwa ein stärkerer Wind die Veranlassung zum Steigen sein, man war vielmehr zu der Folgerung berechtigt, dass ein aufsteigender Luftstrom das Heben des Drachens bewirkt habe.

Nun ist es ja seit langer Zeit einer der vornehmlichsten Sätze der physikalischen Geographie, dass die verschiedenartige Erwärmung der Erdoberfläche die Hauptursache unserer grösseren Winde sei und liegt es mir fern, mit meiner Abhandlung in dieser Hinsicht etwas Neues bringen zu

*) Meteorolog. Zeitschr. 1885 S. 47.

wollen, ich möchte nur an der Hand der bei Luftreisen gemachten Erfahrungen auf die grosse Mannigfaltigkeit dieser Erscheinungen und auf ihre Bedeutung für die Aëronautik hinweisen und damit zu weiteren Beobachtungen in dieser Richtung anregen.

Es liegt auf der Hand, dass bei klarer Luft grosse Sandflächen stärker von der Sonne erwärmt werden, als Wald- oder Wasserflächen und in Folge dessen über ersteren sich ein aufsteigender wärmerer Luftstrom vorfinden wird, dem entsprechend sich aber über den weniger erwärmten Flächen der Wälder und Gewässer eine ausgleichende Luftbewegung nach abwärts bemerkbar machen wird. Je grösser nun der Unterschied in der Erwärmung, um so bedeutender wird diese Luftbewegung sein und den Luftschiffer nöthigen, ihr entsprechend zu begegnen.

Während an trüben Tagen sie fast verschwinden, werden sie an heissen Sommertagen und namentlich, wenn kein stärkerer Wind sie verweht, oft dem Luftschiffer für weite Fahrten ein recht bedeutendes Hinderniss bieten und reichlichen Ballast erfordern, wenn er nicht zu einer frühzeitigen Landung gezwungen werden will. Namentlich ist es der über Gewässern, grossen Wiesenflächen und Laubwäldern vorkommende absteigende Luftstrom, der auf den Ballon eine, ich möchte sagen: „ansaugende“ Kraft ausübt und ihn selbst auf grössere Entfernungen von seinem Kurs ablenkt, während die aufsteigende Luft ihn nur dann gefährdet, wenn sie ihn in eine ihm weniger passende Luftströmung erhebt und damit von seiner Fahrrichtung abbringt.

Jedenfalls ist es von grossem Interesse für jeden Luftschiffer und Meteorologen, an den Fluglinien grösserer Ballonfahrten, wie sie sich im „L'aéronaute“ in grösserer Zahl vorfinden, die besprochenen Einwirkungen zu verfolgen.

Als Beispiel möchte ich mir erlauben, auf eine in Zeichnung*) hier beigefügte Fahrt, welche an einem klaren Wintertage ausgeführt worden ist, etwas näher einzugehen.

Es sei noch bemerkt, dass am Tage der Fahrt die Erdoberfläche mit einer leichten Schneedecke versehen, die grösseren Seen aber ohne Eisdecke waren, so dass bei klarer Luft das Wasser stärker als das Land erwärmt wurde.

Alle während der Fahrt gemachten Beobachtungen sind aus der Zeichnung der Fluglinie und der Darstellung des zurückgelegten Weges ersichtlich und bedürfen nach dem Vorhergesagten keiner besonderen Erklärung.

Die Stadt Berlin erzeugt begreiflicherweise Winter und Sommer einen starken aufsteigenden Luftstrom, der nach den Vettin'schen Experimenten sich in Form einer Spirale erheben dürfte. Diese Voraussetzung erklärt

*) Die Zeichnung ist einer anderen Publikation desselben Verfassers in der Meteorologischen Zeitschrift, deren gegenwärtigem Jahrgange dieselbe als Taf. VII beigefügt war, entnommen. D. Red.

vielleicht den von der Hauptwindrichtung abweichenden Unterwind bei Beginn der Fahrt, wenn derselbe nicht durch lokale Einflüsse veranlasst worden ist.

Die spätere Ablenkung in der Richtung der Seenkette, sowie die beim Ueberschreiten derselben erkennbare Kurve, vor Allem aber das plötzliche Ansteigen nach M, ohne Auswerfen von Ballast, sind so auffällige Erscheinungen, dass sie in meteorologischen Kreisen ein erneutes Interesse für Luftreisen hervorgerufen haben.

Die bei dieser Fahrt gemachten Beobachtungen haben sich bei den folgenden längeren freien Fahrten in mehr oder minder ausgedehntem Maasse wiederholt. Jedenfalls haben sie das Vorhandensein von vertikalen Bewegungen in der Atmosphäre mit Sicherheit erkennen lassen. Dieselben waren oft so stark, dass beim Steigen des Ballons die an den Seiten angebrachten Wimpel nach oben geweht wurden und selbst in der Gondel der Unterwind gespürt werden konnte.

Für die Luftschifffahrt dürfte sich hieraus wohl die Erfahrung ziehen lassen, dass für freie Fahrten die Steuerung des Ballons in der Vertikalen die vollste Aufmerksamkeit des Luftschiffers erfordert, namentlich wenn er eine längere Luftreise zu machen die Absicht hat.

Bestimmung der Bewegung eines Luftballons durch trigonometrische Messungen von zwei Standpunkten.

Von **Dr. Paul Schreiber** in Chemnitz.

Als in einem der Jahre 1873 oder 1874 der bekannte Luftschiffer Sivel in Chemnitz aufstieg, versuchte ich, die Bestimmung der Bewegung des Ballons durch Messungen von zwei Standpunkten aus praktisch durchzuführen. Herr Prof. Weinhold, welcher mich dabei freundlichst unterstützte, stellte einen Theodolith auf dem Dach der Königl. technischen Lehranstalten auf, während ich meinen Standort in etwa 2 km Entfernung auf dem Exercierplatz im Südwesten der Stadt wählte. Die Hauptresultate der Messungen wurden im Tageblatt veröffentlicht; eine genauere Berechnung habe ich unterlassen, da ich zu wenig zuverlässige Beobachtungen erhalten hatte, weil der Ballon gerade durch den Zenith meiner Station gegangen war, mein Instrument aber nur Höhenwinkel bis etwa 45° zu messen gestattete. Dann war bei der Bestimmung der Distanz durch Triangulation, unter Zugrundelegung einer auf dem Exerzierplatz gemessenen kleinen Basis, in der rasch eintretenden Dunkelheit dadurch ein Fehler entstanden, dass ein falsches Objekt in der Stadt einvisirt worden war. Eine Wiederholung der Messung war nicht ausführbar, da ein Festlegen des Standpunktes durch einen Pfahl nicht hatte stattfinden dürfen.

Da mir damals schon die bedeutende Geschwindigkeit des Ballons bei fast windstillem Wetter an der Erdoberfläche aufgefallen war, durfte ich die Gelegenheit, welche das Aufsteigen des Herrn Securius am 19. Juli 1885 bot, nicht unbenutzt vorübergehen lassen.

Als Instrumente benutzte ich wieder die zwei Theodolithe der geodätischen Sammlung der technischen Staatslehranstalten, welche Herr Prof. Hülsse, der Vorstand dieser Sammlung, mir freundlichst zur Verfügung stellte. Der eine derselben, welcher an Station I gebraucht wurde, ist von Lingke in Freiberg verfertigt. Die Libelle steht auf der Axe; die Kreise haben 110 mm Durchmesser und sind in 20 Bogenminuten getheilt. Das Fernrohr hat 22 mm Objektivöffnung und 10fache Vergrösserung. An Station II war das Instrument ein Repetitionstheodolith von Breithaupt mit Libelle auf dem Fernrohr, welches 26 mm Objektivöffnung und 24fache Vergrösserung hat. Die Kreise haben 150 mm Durchmesser, der Vertikalkreis ist in halbe Grade, der Alhidadenkreis in 20 Minuten getheilt.

Als Standorte wurden diesmal zwei freie Plätze in der Umgebung von Chemnitz gewählt. Vom Orte des Aufstieges an gerechnet, lag Station I um 4500 m in ENE, Station II um 4600 m in SE.

In Station I beobachteten die Assistenten Hoppe und Birkner, in Station II hatte ich selbst die Beobachtung am Theodolith übernommen. Auf jeder Station standen zwei jüngere Beobachter zu Hilfeleistungen zur Verfügung.

Als die Beobachter sich gegenseitig wahrnehmen konnten, stellten sie Baken mit grossen Papptafeln derart auf, dass dieselben mit den Instrumenten möglichst in einer Vertikalebene lagen. Auf Station I wurde dann die Richtung nach Station II am Horizontalkreis festgestellt und betrug dieselbe für diejenige Kreislage, welche beim Beobachten des Ballons angewendet wurde, 130° 10′. In Station II wurde der Alhidadenkreis so gestellt, dass die Visur nach Station I gerade 0° 0′ ergab.

Dann wurden die Höhenwinkel bestimmt und fand man übereinstimmend, dass Station II um 0° 21′ höher lag als Station I.

Nach der Karte ergiebt sich der horizontale Abstand der beiden Stationen, also die Horizontalprojektion der Standlinie, zu 5030 m und wurde dieser Abstand durch Rechnung mit den Visuren nach einzelnen hervorragenden Objekten bestätigt. Daraus folgt dann weiter, dass Station II um 30 m höher lag als Station I. Die erstere Höhe lässt sich nach der topographischen Spezialkarte ziemlich genau zu 425 m über der Ostsee bestimmen, was für Station I die Seehöhe von 395 m ergiebt.

Zur Zeitbestimmung dienten die Taschenuhren der Beobachter, welche vor dem Auseinandergehen der letzteren verglichen worden waren. Die verabredeten Signale zur Zeitvergleichung misslangen durch ein Missverständniss.

Als der Ballon $1\frac{1}{2}$ Stunde später, als festgesetzt war, aufstieg, wurde derart gearbeitet, dass der eine Gehilfe laut die Sekunden zählte, der zweite Gehilfe das Notizbuch führte, der Beobachter ihm erst die Zeit und dann die Ablesungen an den Kreisen diktirte.

Die ersten Visuren werden kaum grosse Ansprüche auf Genauigkeit machen können. Später wurde aber die Bewegung des Ballons so günstig,

dass an beiden Stationen die Einstellungen bequem und rasch stattfinden konnten. Namentlich an Station I kam der Ballon während der Kreisablesungen nicht aus dem Gesichtsfeld.

Es gelangen an Station I in der Zeit von $6^h\ 23^m\ 20^s$ bis $6^h\ 58^m\ 20^s$ 57 vollständige Positionsbestimmungen, während Station II wegen der etwas ungünstigen Lage nur 49 erhielt, trotzdem sie den Ballon 1 Minute länger beobachten konnte. Von $6^h\ 59^m$ an war der Höhenwinkel so klein geworden, dass der Ballon hinter den Bäumen verschwand.

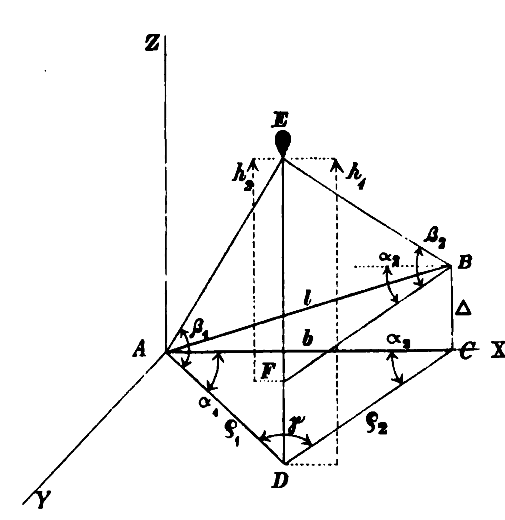


Fig. 1.

Zur Herleitung der Formeln für die Berechnung der Messungen denken wir uns das rechtwinklige Axenkreuz XYZ (Fig. 1) so gelegen, dass Station I in seinem Schnittpunkt A und die Standlinie AB in die XZ-Ebene zu liegen kommt. $\Delta = CB$ stellt den Höhenunterschied der Stationen dar, $b = AC$ die horizontale Projektion der Standlinie (Basis). E ist die momentane Lage des Ballons, D der Fusspunkt des Lothes von demselben auf der Horizontalebene XY. Alsdann sind $\alpha_1 = \angle CAD$ und $\beta_1 = \angle EAD$ die Positionswinkel von Station I, $\alpha_2 = \angle ACD$ und $\beta_2 = \angle EBF$ diejenigen von Station II. Der dritte Winkel im Dreieck ACD in der XY-Ebene soll mit $\gamma = \angle ADC$ bezeichnet werden.

ρ_1 und $\rho_2 = AD$ und CD sind die Abstände des Fusspunktes D von den Basisendpunkten, h_1 und h_2 die Höhen des Ballons über den Stationen $= ED$ und EF. Alsdann gelten die folgenden Gleichungen:

$$1)\ b^2 + \Delta^2 = l^2;\quad 2)\ \rho_1 : b = \sin\alpha_2 : \sin\gamma;\quad 3)\ \rho_2 : b = \sin\alpha_1 : \sin\gamma;$$

$$4)\ \rho_2^2 = \rho_1^2 + b^2 - 2\rho_1\, b \cos\alpha_1;\quad 5)\ h_1 = \rho_1 = \operatorname{tg}\beta_1;\quad 6)\ h_2 = \rho_2 \operatorname{tg}\beta_2;$$

$$7)\ h_1 = h_2 + \Delta.$$

Wenn es möglich ist, wird man nach den Gleichungen 2) und 3) die ρ, und nach 5) und 6) alsdann die h berechnen. Bringt man dann an die h_2 den Werth Δ an, so wird die Uebereinstimmung der h einen Maassstab zur Beurtheilung der Genauigkeit der ganzen Messung liefern. Nur dann, wenn der Ballon durch die XZ-Ebene durchgeht, wird man die Gleichung 4) in Kombination mit den Gleichungen 5) bis 7) anwenden müssen, da dann die Ausdrücke für die ρ aus den Gleichungen 2) und 3) die Form $0:0$ annehmen.

Die Bewegung des Ballons in der Horizontalprojektion seiner Bahn kann man aus den Beobachtungen an einer Station herleiten. Stellen in Fig. 2 B und C

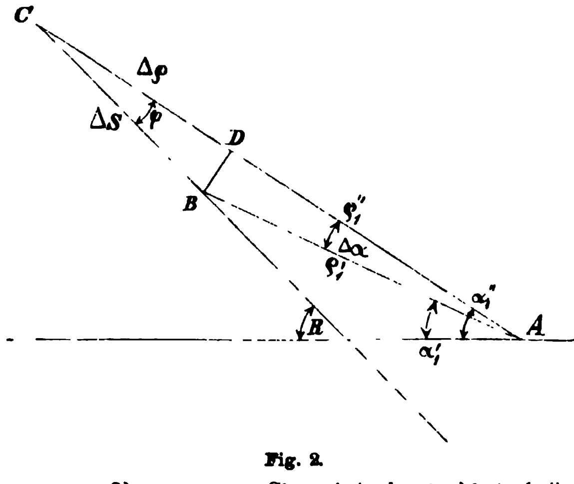


Fig. 2.

zwei solche Punkte der horizontalen Bahn vor, ρ_1' und ρ_1'' die zugehörigen Abstände von Station I, α_1' und α_1'' die Winkel dieser Richtungen mit der Basis, bezeichnen wir BC mit ΔS, mit R die Richtung von BC, ausgedrückt durch den Winkel dieser Bewegungsrichtung des Ballons mit der Basis, und setzen $\Delta \rho = \rho_1'' - \rho_1'$, sowie $\Delta \alpha = \alpha_1'' - \alpha_1'$, so erhält man streng

8) $$\Delta S^2 = (\rho_1' \sin \Delta \alpha)^2 + (\rho_1'' - \rho_1' \cos \Delta \alpha)^2$$

9) $$\operatorname{tg} \varphi = BD : CD = \rho' \sin \Delta \alpha : (\rho_1'' - \rho_1' \cos \Delta \alpha)$$

In den meisten Fällen wird man hier genau genug $\cos \Delta \alpha = 1$ setzen können und bekommt alsdann bequemer

8a) $$\Delta s^2 = (\rho_1' \sin \Delta \alpha)^2 + \Delta \rho^2$$

9a) $$\operatorname{tg} \varphi = \rho_1' \sin \Delta \alpha : \Delta \rho.$$

Schliesslich findet man:

10) $$R = \alpha_1'' + \varphi.$$

Aus dem Beobachtungsmaterial sind die sämmtlichen vier Positionswinkel für jede der ganzen Minuten von $6^h\ 24^m$ bis $6^h\ 58^m$ durch lineare Interpolation abgeleitet worden.

Alsdann findet man die nach den Formeln 2) und 3) berechneten Werthe der ρ. Weiter kommen die mit den Gleichungen 5) und 6) abgeleiteten h und deren Differenzen.

Das Mittel aus den letzteren ist 46 m. Nach Gleichung 7) sollte dasselbe identisch mit Δ sein, für welche Grösse aus trigonometrischen Beobachtungen 30 m gefunden worden war. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass, während auf Station II der obere Rand der Gondel eingestellt worden war, man in Station I den Gipfel des Ballons anvisirt hatte. Darnach würde die Höhe des ganzen Ballons 16 m betragen haben, was mit den im hiesigen Tageblatt vorgefundenen Angaben über die Dimensionen des Ballons nahe zusammenstimmt.

(Schluss folgt.)

Ueber den Wechmar'schen Flugapparat.

Vorbemerkung.

Durch die im vorigen Hefte unserer Zeitschrift (Seite 218 u. ff.) zum Abdruck gelangte Gerlach'sche Kritik der Schrift des Herrn Freiherrn von Wechmar über den von ihm erfundenen Flugapparat hat sich letzterer Herr veranlasst gesehen, uns eine „Berichtigung“ zu senden, die wir in Nachstehendem unseren Lesern mittheilen.

Um die Angelegenheit zugleich möglichst zum Austrage zu bringen, haben wir unserm geschätzten Mitarbeiter, Herrn Gerlach, sofort von dem Inhalte der Berichtigung Kenntniss gegeben. Eine darauf eingegangene „Antwort“ des Herrn Gerlach lassen wir ebenfalls weiterhin folgen. Unsrerseits glauben wir indessen zur Sache noch einige Bemerkungen machen zu sollen.

Es lagen uns zwei Besprechungen der Schrift des Herrn Freiherrn von Wechmar vor und wir haben von diesen beiden diejenige des Herrn Gerlach zum Abdrucke gebracht, weil sie die sachlich eingehendere und in der Form bedeutend mildere war. Es dürfte Herrn von Wechmar wohl nicht unbekannt sein, dass von andrer Seite über seine Erfindung viel härtere Aeusserungen gethan worden sind, auch in der Presse.

In den Heften II, III und IV dieses Jahrganges unserer Zeitschrift haben wir auf den ausdrücklichen Wunsch des Herrn Freiherrn von Wechmar seine in der österreichischen Militairzeitschrift „Vedette“ enthalten gewesene Polemik vollständig abgedruckt. In unserm Leserkreise haben wir damit keinen Beifall geerntet, vielmehr gerade das Gegentheil. Ueber die Polemik selbst sind uns aber kritische Bemerkungen zugegangen, die wir bisher bei Seite gelegt haben, weil wir befürchteten, durch die Aufnahme einen neuen Federstreit heraufzubeschwören, bei welchem die Betheiligten vielleicht nicht ganz die sachliche Ruhe bewahrten. Als eine Probe aus diesen Aeusserungen möge hier nur Platz finden, was uns Herr Ingenieur P. W. Lippert in Laibach am 30. Mai d. J. unter Anderem schrieb:

„.... Was soll man Herrn Baron Wechmar antworten, wenn er schreibt (in No. 17 der „Vedette“, Seite 120 der „Zeitschr. d. D. V. z. F. d. L.“): „Die todte Last werde durch die jeweilig wirkenden, verhältnissmässig grossen Bewegungsflächen in lebendige Kraft umgesetzt — sei die Unterlage Luft, Wasser oder fester Boden“? Das reimt sich zwar durchaus nicht mit dem Geständnisse in No. 14 der „Vedette“ (Seite 116 unserer Zeitschr.): „Der Fisch sinkt, wenn er todt ist, im Wasser nicht unter“. Doch hier handelt es sich um „Fundamentalsätze“ à tout prix und darum erklärt Herr v. W. wenige Sätze später (Seite 117 unsrer Zeitschr.): „Beispielsweise wenn wir stehen, verdanken wir es etwa blos den Füssen und dem Erdboden, auf dem diese ruhen, dass wir uns aufrecht halten und nicht umfallen? O nein! Vielmehr der in uns wirkenden Lebenskraft, als Agens unsres Organismus. Denn sobald die Lebenskraft in uns erloschen oder auch nur gelähmt wird, tragen uns unsere Füsse nicht mehr, sondern wir fallen um, die wunderbare Kraft der Gelenke, Sehnen und Muskeln versagt; wir müssen uns anlehnen, hinlegen, angelehnt oder hingelegt werden, da unsere Körperkraft dann dem Gesetze der Schwere unterliegt und dieselbe nicht mehr, wie im frischen und lebenskräftigen Zustande von der vorzüglichen motorischen Beschaffenheit unseres Organismus überwunden wird“. — Wozu da erst ein zuwartendes „Vederemo“! (Seite 118 unserer Zeitschr.) .... Trauernd muss hier die Forschung das Haupt verhüllen ....“

Am Schlusse seiner unten folgenden „Berichtigung“ beklagt sich Herr Freiherr von Wechmar darüber, dass er für seine langjährige Mühe und Aufopferung „an dieser Stelle“ einen „solchen Lohn“ gefunden habe, es sei das „so Erfinders Schicksal“.

In dieser Klage liegt ein Vorwurf, der nicht allein gegen Herrn Gerlach, sondern auch gegen uns gerichtet ist. Wir haben im Laufe der Zeit sehr viele Erfinder kennen gelernt und haben die Erfahrung gemacht, dass dieselben immer von dem

Werthe ihrer Erfindungen völlig durchdrungen waren, sich einer gegnerischen Anschauung gegenüber aber meistens unbedingt ablehnend verhielten, selbst wenn dieselbe in noch so überzeugender Weise geltend gemacht wurde. Wer mit irgend einer Erfindung vor die Oeffentlichkeit tritt, muss sich auch die öffentliche Kritik gefallen lassen, und wenn die Letztere in sachlicher Weise, gestützt auf die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung, ruhig urtheilend, jene Erfindung verwirft, so ist dies ein Geschick, das der Erfinder ebenfalls über sich ergehen lassen muss, wenn es für ihn auch schmerzlich ist. Niemand ist berechtigt, zu fordern, dass man eine Erfindung allein schon deswegen als werthvoll bezeichnen soll, weil der Erfinder sie wohlgemeint und ihretwegen langjährige Mühe und Vermögen geopfert hat. Wenn das Streben eines Mannes auch noch so anerkennenswerth ist, so können die Resultate dieses Strebens dennoch werthlos sein. In solchem Falle war die Mühe verloren, das Streben vergeblich. Man kann darüber Bedauern empfinden, aber die Presse darf sich nicht durch Gefühlsrücksichten beherrschen lassen und die Aufgabe einer Fachzeitschrift ist es, mitzuwirken, dass auf dem fachlichen Gebiete, dem sie dienen soll, mehr und mehr das Wahre, Rechte und Richtige ergründet werde, gleichviel ob sich dadurch irgend Jemand in seinen Voraussetzungen und Hoffnungen enttäuscht sieht. Wir unsrerseits sind immer bereit, jedem Erfinder die ihm gebührende Anerkennung zu zollen, aber eben nur die ihm gebührende.

Die Redaktion.

Berichtigung.

Herr Gerlach, Oberrealschullehrer und zweiter Vorsitzender des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt, hat im letzten Hefte (No. VII) dieser Zeitschrift eine Rezension über meine Schrift: „Der Wechmar'sche Flugapparat“ gebracht, die wegen der darin enthaltenen, zu irriger Auffassung verleitenden Darlegungen um der Sache willen zu folgender Berichtigung mich veranlasst:

Der Herr Rezensent sucht nämlich u. a. meine wörtlich zitirte Behauptung: „Die Luftpolster an sich verbessern das spezifische Gewicht des Menschen bereits etwa um das Doppelte. Es muss daher schon hierdurch eine ziemlich beträchtliche Ermässigung in Hinsicht auf die durch die Schwerkraft bewirkte Stärke des Falles ausgeübt werden“, ad absurdum zu führen, indem er einen total falschen Sinn diesen Worten unterlegt. Er deutet nämlich dieselben dahin, als hätte ich behauptet, der Mensch werde durch Anlegen der Luftpolster leichter, dem absoluten Gewichte nach. So etwas zu behaupten, ist mir ja gar nicht in den Sinn gekommen; es ist mir geradezu unerfindlich, wie der Herr Rezensent nach dem obigen klaren und deutlichen Wortlaut, auf diese Idee kommt und erst weitläufig den Beweis für eine Sache herholt, die jedes Kind weiss und einsieht, nämlich, dass der Mensch, wenn er Luftpolster anlegt, um so viel schwerer wird, als selbe wiegen. Aber durch die aufgeblasenen angelegten Luftpolster wird das Volumen des Menschen bezw. des Gesammtkörpers um mehr als das Doppelte vergrössert und daher sein spezifisches Gewicht (nämlich das Verhältniss des Volumens — hier des Gesammtkörpers — zum absoluten Gewichte auf die Luft oder das Wasser bezogen) allerdings ungefähr um das Doppelte verbessert. Verhält sich das spezifische Gewicht des menschlichen Körpers zum Wasser etwa wie 1 : 1, so verhält sich dasselbe nach Anlegen der Luftpolster, die ihm doppeltes Volumen verleihen, ohne ihn dem absoluten Gewichte nach schwerer zu machen, wie 2 : 1,*) d. h.: das jetzige Gesammtvolumen des Menschen

*) Soll heissen wie 1 : 2. (Gerlach.)

ist zweimal grösser, als das Volumen des Wassers, welches erforderlich ist, um beide dem absoluten Gewichte nach gleich schwer zu machen.

Diese beträchtliche Volumenvermehrung bei sehr geringfügiger absoluter Gewichtsvermehrung hat aber eine verhältnissmässige Ermässigung der Fallgeschwindigkeit zur natürlichen Folge, denn der Luftwiderstand, den der voluminöse Gesammtkörper beim Fall erleidet, ist offenbar ein bedeutenderer, als der eines Körpers von fast gleichem absoluten Gewicht, wenn derselbe nur das halbe Volumen des ersteren besitzt.

Dies einzig und allein habe ich behauptet und behaupte es noch, indem ich die Entscheidung über die Richtigkeit dieser Behauptung getrost der Beurtheilung jeden Physikers überlasse und untern Anderm auf den in Heft 6 und 7 dieser Zeitschrift enthaltenen gediegenen Artikel: „Der Luftwiderstand im Allgemeinen und in seiner besonderen Beziehung auf die Luftschifffahrt“ von Friedrich Ritter von Lössl verweise. Ebenso verhät es sich mit dem Fallschirmballon und dem Fallschirm für horizontale Körperlage. Wenn ich, wie wörtlich angeführt, gesagt habe:

„Durch beide Mittel wird das spezifische Körpergewicht um mehr als das Zehnfache verbessert und somit die Fallgeschwindigkeit bedeutend gemindert“,

so begreife ich nicht, wie ich da missverstanden werden kann. Der Herr Rezensent bringt dies dennoch zu Wege, indem er sagt:

„Fast scheint es so, als wenn der Verfasser meinte, dass der Flieger jetzt nur noch den zehnten Theil seines Körpergewichts durch Flugbewegungen zu tragen hätte“.

Dass der Herr Rezensent, wenn er mich derart beurtheilt, mich und meine Erfindung in seinem Berichte von Anfang bis zum Schluss mit Hohn und Spott behandelt und überhäuft, kann freilich nicht Wunder nehmen, ob ich aber an jenem Missverständnisse durch unklare und unverständliche Ausdrucksweise schuldtragend bin, möge der geneigte Leser selbst entscheiden.

Ich erlaube mir zunächst nur noch darauf hinzuweisen, dass das Moment der besprochenen entsprechenden Ermässigung der Fallgeschwindigkeit, welche ich bei der Konstruktion meines Flugapparates durch die fallschirmartige Wirkung der Flugmittel und Volumenvermehrung zu gewinnen getrachtet habe, mir allerdings von wesentlicher Bedeutung für den Erfolg erscheint, da hierdurch allein die auszuführende Kraftwirkung der Arme und Beine, als Bewegungsorgane, möglich wird. Wohl ist auch hierbei der Herr Rezensent anderer Ansicht, denn er sagt: „dass für den dynamischen Flug die räumliche Ausdehnung des fliegenden Körpers stets nur ein Hinderniss ist“.

Doch da die Natur, welche das Flugproblem in so meisterhafter Weise gelöst, es für nöthig befand, die Vögel durch ihr Gefieder mit einer etwa sechsmaligen Volumenvermehrung zu ihrem aus Fleisch und Knochen bestehenden Körper zu versehen, so habe ich diesen Umstand bei der Konstruktion meines Flungapparates als Fingerweis dienen lassen, um so mehr, als in der horizontalen oder schiefen Körperlage, als eigentlichen Fluglage, diese Volumenvermehrung (bei der flachen, einer breitgezogenen Niere ähnlichen Form des Fallschirmballons etc.) eben wie bei den Vögeln den möglichst geringsten Stirnwiderstand in der Luft findet.

Dies Alles habe ich sehr eingehend in meinem Buche: „Der Wechmar'sche Flugapparat, Anleitung zu Flugübungen mit demselben“, gesagt und behandelt, ohne dass es mir damit gelungen wäre, gegenüber den offenbaren Vorurtheilen des Herrn Rezensenten gegen die Möglichkeit des persönlichen Kunstfluges zur Geltung zu gelangen. Statt zu Versuchen anzuregen, findet derselbe es entsprechend, mit den

Waffen der Ironie möglichst davon abzuhalten. Natürlich, die Gegner halten es ja als absolut erwiesen, dass die Muskelkraft des Menschen zum Kunstfluge weitaus nicht zureiche und behaupten, dass die vielen meist misslungenen Versuche genügende Beweise seien, diese Idee unrealisirbar wäre. Doch welcher Art diese Versuche waren und welchen Schwierigkeiten selbst heute die Herstellung einer so komplizirten Erfindung, wie die eines leistungsfähigen Flugapparats, unterliegt, danach wird nicht weiter gefragt.

Durch mehr als drei Jahre habe ich es mir angelegen sein lassen, das Möglichste zur Vervollkommnung meines Apparates zu erreichen, meine verfügbaren Geldmittel und meine Gesundheit infolge der vielen erfahrenen Widerwärtigkeiten dabei zum Opfer gebracht. Nunmehr bin ich endlich in der Lage, Denen, welche sich für die Sache interessiren, mit verhältnissmässig geringen Mitteln einen zu Versuchszwecken geeigneten Apparat zu bieten. Dass derselbe in der Folge vervollkommnet werden muss und jetzt noch Manches zu wünschen übrig lässt, dies liegt auf der Hand und habe ich offen und ehrlich wiederholt in meinem Buche darauf hingewiesen. Die ersten Schlittschuhe, Velocipeds, Dampfmaschinen etc. etc. befanden sich ja wahrlich auch nicht in dem heutigen vervollkommneten Zustande. Dass ich aber für meine langjährige Mühe und Aufopferung, noch dazu an dieser Stelle, einen solchen Lohn finden werde, dessen hätte ich mich freilich nicht versehen. Das ist so Erfinders Schicksal! E. v. Wechmar.

Antwort.

Da ein Schweigen zu der vorstehenden Berichtigung, die mir durch die Güte der Redaktion zur eventuellen Beantwortung vorgelegt wurde, als Zugeständniss gedeutet werden könnte, sehe ich mich zu meinem Bedauern genöthigt, noch einmal das Wort zu nehmen, um wenigstens an dem im Anfange der Berichtigung zitirten Satze als Beispiel zu erläutern, wie es mit der gerühmten Klarheit und Deutlichkeit des Wortlautes, ebenso mit der Klarheit der sachlichen Vorstellungen beim Herrn Verfasser bestellt ist.

Wenn man mit Begriffen der Physik operirt und von Zahlbeziehungen spricht, so muss der Leser offenbar erwarten und verlangen, dass alle Ausdrücke in ihrem herkömmlichen, streng festgesetzten Sinne gebraucht werden, dass man z. B. nicht sagt addiren, wenn man multipliziren meint u. s. w. Beliebt es einem, hiervon abzuweichen, so ist die Verständigung sehr erschwert, wenn nicht unmöglich, und von Deutlichkeit kann man gar nicht mehr sprechen.

Versuchen wir also zunächst einmal durch strenge Auffassung der Worte des folgenden Satzes die verschwommenen Vorstellungen, die dessen Lektüre erweckt, zu klären.

Der Herr Verfasser schreibt:

> „Die Luftpolster verbessern das spezifische Gewicht des Menschen um das Doppelte".

„Hier stock' ich schon", um mit Faust zu reden. Verbessern! Verbessern? Was heisst das „eine Zahl verbessern"?!

Und das spezifische Gewicht ist ja doch eine Zahl.*) Offenbar kann man

*) Nämlich diejenige „Zahl, welche angiebt, wie viel mal so schwer, als eine gleiche Raummenge Wasser, der fragliche Körper ist".

eine Zahl nur vergrössern oder verkleinern, etwas Drittes giebt es nicht, wenn man sie nicht etwa lieber ungeändert lassen will.

Versuchen wir also, welche von beiden Möglichkeiten passt!

„Die Luftpolster vergrössern das spezifische Gewicht um das Doppelte“. Eine Zahl um das Doppelte vergrössern heisst, man soll zu der Zahl selbst noch ihren doppelten Werth hinzuaddiren, man erhält dann das Dreifache derselben, man hat sie dreimal so gross gemacht. Der Herr Verfasser hat doch aber gewiss nicht gemeint, das spezifische Gewicht sei dreimal so gross geworden. Wissen wir ja doch, dass es in Wirklichkeit kleiner geworden ist. Also wird gewiss die andere Möglichkeit das Richtige sein. Wir setzen flugs: „Die Luftpolster verkleinern das spezifische Gewicht um das Doppelte“. Eine Zahl um das Doppelte verkleinern heisst: Von der Zahl selbst ihren zweifachen Betrag abziehen. Man erhält dann, da $1 - 2 = -1$ ist, wieder dieselbe Zahl, aber mit entgegengesetztem Vorzeichen. Danach wäre also das spezifische Gewicht negativ geworden. Ein solches giebt es aber überhaupt nicht. Der Herr Verfasser hat also etwas geschrieben — ich sage geschrieben, nicht gemeint — was absolut keinen zulässigen Sinn hat. So steht es mit der „Klarheit des Wortlautes“!

Der Thatbestand ist ja in diesem Falle durchaus klar, nämlich das spezifische Gewicht des Menschen ist nur noch halb so gross als vorher. Anderes hat der Herr Verfasser eingestandenermassen nicht behaupten wollen und anderen Sinn hat der Rezensent dem, wie oben gezeigt, widersinnigen Satze in seiner Besprechung des Buches auch nicht untergelegt.

Soweit handelt es sich also nur um den für einen Schriftsteller allerdings sehr schweren Vorwurf, den Gedanken, den man hat, nicht nur unrichtig, sondern widersinnig ausgedrückt zu haben. Nun kommt aber ein Fehler, bei dem es sich nicht um die Darstellung, sondern um das Sachverständniss handelt, denn er fährt im selben Satze, wie oben zu lesen, fort: „Es muss daher schon hierdurch eine ziemlich beträchtliche Ermässigung in Hinsicht auf die durch die Schwerkraft bewirkte Stärke des Falles ausgeübt werden.“

In der That hat sich an der durch die Schwerkraft bewirkten „Stärke des Falles“ nichts Wesentliches geändert. Der Rezensent hat dies in der früheren Besprechung erläutert.

Aber der Herr Verfasser meint wieder etwas ganz Anderes, als er was schreibt, nämlich die Fallgeschwindigkeit sei jetzt durch den Widerstand der Luft „beträchtlich“ verkleinert. Schweigen wir mal davon, dass mit dem Worte „beträchtlich“ entschieden Missbrauch getrieben wird, so bleibt immer der Fundamentalirrthum, der im Buche oft wiederkehrt und auf den der Herr Verfasser sogar noch stolz ist, dass nämlich die etwaige Verminderung der Fallgeschwindigkeit eine Folge der Verkleinerung des spezifischen Gewichts sei, während sie doch vielmehr durch die etwaige Vergrösserung der Widerstandsfläche veranlasst wird. Das sind aber vollkommen verschiedene Dinge. Um das an einem Beispiele zu erläutern: Das spezifische Gewicht des Goldes ist etwa 80mal so gross als das des Korks, und dennoch fällt ein Stück Blattgold viel langsamer als eine Korkkugel. Vielleicht ist das folgende Beispiel auch ein wenig lehrreich. Ein schwimmender Mensch — vielleicht à la Boyton — treibe seinen Körper mit einer gewissen Geschwindigkeit durch die widerstehende Fluth. „Verbessert“ man nun sein spezifisches Gewicht vermittelst eines Rennbootes, so durchschneidet er mit derselben Kraft (und die Ruder in gleicher Weise

gebrauchend) das Wasser mit merklich grösserer Geschwindigkeit. Hätte er dagegen sein spezifisches Gewicht genau eben so sehr „verbessert", indem er seinen Gummianzug zu einer unförmlichen Blase, wie ein Kugelfisch, aufblähte, so würde die Geschwindigkeit im Gegentheil dann kleiner als vorher ausfallen. Alles beim selben spezifischen Gewichte! Ja, der Herr Verfasser brauchte die Luftpolster nur nach unten hin kielartig zugeschärft zu gestalten, so würde der damit verbesserte Mensch vielleicht noch weniger im Falle gehemmt werden, als ohne dieselben.

Es handelt sich also darum, dem widerstehenden Medium in Richtung der gewünschten Bewegung möglichst kleine, am besten keine Widerstandsflächen zu bieten,*) dagegen normal zu der Richtung, nach welcher ein Abtreiben verhindert werden soll, möglichst grosse. Auf das spezifische Gewicht kommt es so gut wie gar nicht an, wohl aber auf das absolute. Je geringer dieses ist, um so besser. Nur insofern ein Theil desselben nach dem archimedischen Prinzip durch den Auftrieb der Luft aufgehoben wird, kommt das spezifische Gewicht überhaupt in Betracht. Dieser Einfluss ist aber, wie früher gezeigt, so geringfügig, selbst bei zehnfacher „Verbesserung", dass man davon ganz schweigen kann.

Der Leser verzeihe, dass wir seine Geduld so lange in Anspruch genommen haben und fürchte nicht, mit noch weiterer Fortsetzung des Streites von unserer Seite gelangweilt zu werden.

Dem Herrn Verfasser aber sei zur Beruhigung seines gegen Ende der Berichtigung geäusserten Argwohns gesagt, dass unserer Meinung nach die Luftschifffahrt zur dynamischen werden wird, oder, wenn nicht, auf der jetzigen Entwickelungsstufe im Wesentlichen stehen bleiben wird. Und hierin begegnen wir uns wohl mit der von Lössl in dieser Zeitschrift Seite 202 in den letzten 11 Zeilen geäusserten Ansicht. Aber gerade deswegen hätten wir die beiden Schriften des Herrn Verfassers lieber ungeschrieben gesehen. Denn man wird versucht, an die bekannten Worte jenes alten Generals zu denken: „Herr! Gott! Schütze mich vor meinen Freunden, vor meinen Feinden werde ich mich schon selber schützen." Gerlach.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve, 19. Année. No. 7, juillet. Paris 1886.

J. Marey: Studie über die Bewegungen, welche der Luft durch den Flügelschlag eines Vogels mitgetheilt werden; Versuche von M. Müller. Gewisse Vögel haben die Fähigkeit, sich ohne Anfangsgeschwindigkeit vom Platze aus zu erheben, indem sie bei nahezu aufrechter Körperhaltung mit den Flügeln fast wagerecht hin- und herschlagen. Die hierbei entstehende Luftbewegung ist von Herrn Müller**) experimentell untersucht worden, indem er Flügel in mit Rauch oder phosphorescirenden Dämpfen geschwängerter Luft künstlich hin- und herbewegte. Er hat dadurch die Existenz eines nach unten gerichteten Luftstromes festgestellt. —

*) Daher der Ausspruch: „Für den dynamischen Flug ist die räumliche Ausdehnung nur ein Hinderniss". Es wäre das Beste, wenn man den Körper zu blossen Flächen zusammenschrumpfen lassen könnte. — Es giebt, wie wohl bekannt, lineare Ausdehnung, Flächenausdehnung und räumliche.

**) M. Müller, Professor oder Lehrer zu Taschkend in Russisch-Asien.

Chamard, Bemerkungen über die Valer'sche Ballontheorie. Siehe L'aéronaute, April und Mai 1886.

Der Verfasser wirft Herrn Valer vor, bei seiner Ableitung das archimedische Prinzip nicht beachtet zu haben. Ohne die frühere Arbeit daneben zu haben, scheint dem Referenten bei dem an und für sich mangelhaften mathematischen Druck ein Eingehen auf die Rechnung nicht statthaft. Bemerkt sei aber, dass Herr Chamard glaubt, der Ballon steige zwar erst über seine Gleichgewichtslage vermöge der erlangten Geschwindigkeit empor, schwanke dann aber wie ein Pendel um dieselbe auf und nieder, um endlich darin zur Ruhe zu kommen. Eine bekanntlich unzutreffende Vorstellung!

Es folgt eine Uebersetzung der Besprechung des Strasser'schen Buches „Ueber den Flug der Vögel" durch Herrn Dr. Müllenhoff (in Heft X, Seite 316, des Jahrgangs 1885 unserer Zeitschrift) von Herrn Frion.

In der Sitzung der französischen Luftschifffahrts-Gesellschaft vom 27. Mai 1886 sprach Herr Maillot über seine Versuche mit dem Drachen. Wir lassen die Hauptstellen wörtlich folgen:

„Bei meinem Versuche mit dem Drachen betrug das Gewicht der Leinewand am 3. Mai 35 kg, des Holzwerkes auch 35 kg und des gehobenen Ballastes 60 bis 65 kg. Jenes musste verstärkt werden wegen der jähen Windstösse.

Bei dem letzten Versuche, am 16. Mai, war das Gerüst verstärkt, um einen etwaigen Bruch zu vermeiden. Daher betrug das Gewicht des Holzes allein 68 kg; dazu kommen 45 kg Leinen und Seile. Das Haltetau hatte eine Gesammtlänge von 250 m. Mein Drachen wurde unter diesen Umständen vollständig gehoben, aber ich habe mich nicht auf die Bank gesetzt, obgleich Herr Du Hauvel selbst zugab, dass keine Gefahr damit verbunden sei. Ich mache mich anheischig, mich bei erster Gelegenheit an Stelle des Ballastes heben zu lassen. Mein Drachen hat 72 Quadratmeter Oberfläche".

Darauf berichtet Herr Du Hauvel:

„Der von Herrn Maillot konstruirte Drachen ist ein regelmässiges Achteck von 72 qm Oberfläche, ohne Kopf und Schwanz und hat die Eigenthümlichkeit, dass das Haltetau am vorderen Drittel, also immer vor dem Unterstützungspunkt, selbst bei sehr schief treffendem Winde, befestigt ist. Diese Einrichtung nöthigt, einen der hinteren Punkte der Fläche mit dem Sitze dessen, der auffährt, zu verbinden. Herr Maillot schlägt vor, den Einfallswinkel des Windes zu verändern, dadurch, dass man durch Verlängern oder Verkürzen dieses Seiles seine Aufhängung variirt. Dadurch würde in der That eine mehr oder weniger grosse Ablenkung des Auffahrenden aus der Senkrechten bewirkt werden, die dann eine Veränderung des Winkels zur Folge hätte.

Bei den in Gegenwart der Vertreter des Vereins angestellten Versuchen hatte Herr Maillot auf die eigene Auffahrt verzichtet und dafür auf dem Sitze einen Sack Sand von nachweisbar 68 kg Gewicht befestigt.

Unter diesen Umständen musste das Verlängern oder Verkürzen des hinteren Seiles von der Erde aus geschehen; und in der That konnte Herr Maillot auf diese Weise den Einfallswinkel ändern, um trotz der beträchtlichen Schwankungen der Windstärke konstante Hebung zu erhalten.

Ausserdem hatte Herr Maillot zu beiden Seiten des Drachens Seile von veränderlicher Länge befestigt, um damit das Bestreben des Drachens, seitlich auszu-

weichen, zu bekämpfen. Am Versuchstage wurden beide Seile durch Gehilfen vom Erdboden aus gehalten.

Nach guter Befestigung des 250 m langen Haltetaues haben Herr Maillot und seine Gehilfen, jeder eines der Seile in der Hand, den Drachen aufgerichtet, so dass der Wind darunter dringen konnte. Der Apparat hat sich dann gehoben und hat auch den Sack mit Erde bis zu einer Höhe von 10 m über dem Boden mitgehoben. Jeder der Arbeiter zog an seinem Seile oder liess es nach, je nach der Stärke des Windes, und der Drachen zeigte ein gewisses Gleichgewicht. Das Heben wiederholte sich mehrmals und glückte alle Male, wenn der Wind stark genug war.

Die für diesen Versuch getroffenen Anordnungen gestatteten das Erheben zu grosser Höhe nicht.

Es war uns unmöglich, irgend eine Messung zu machen, weder des Einfallswinkels, noch der Geschwindigkeit des Windes . . . .“.

Aus diesem Grunde verzichtet Referent auf eine Wiedergabe der von Du Hauvel im Anschluss hieran gegebenen Rechenexempel, da ihnen jede sichere Unterlage und daher jede Beweiskraft fehlt.

Aus der sich anschliessenden Verhandlung sei noch erwähnt, dass der hohe „Rath“ der Gesellschaft Herrn Maillot zur Aufmunterung 100 Frcs. gewährt hat, und ferner die Mittheilung des Herrn O. Frion:

„Einer meiner Freunde hat mir eine historisch interessante Mittheilung gemacht. Gegen das Jahr 1850 glaubte ein Experimentator, Namens Legrand, einen Drachen von grosser Figur steigen lassen zu können. Er verwandte zu diesem Zwecke ein Pferd, welches an das Haltetau gespannt wurde. Nachdem dieses hatte laufen müssen, um den Apparat in die Luft zu erheben, diente es danach, um denselben in der Luft zu erhalten. Der Versuch fand mit vollem Erfolge statt auf einem Grundstück rue du Chemin-de-Versailles (heute rue Gallilée) zu Chaillot . . . .

„Ich habe in Spanien grosse Drachen steigen sehen, deren Form — quadratisch, sechseckig, achteckig — sehr an die von Herrn Maillot für seinen geistreichen Apparat gewählte erinnert“. — —

Im Anschluss hieran sei gleich eines Aufsatzes in **„La Nature“**, 14 année, No. 695, 25. Sept. 1886, rédigée par G. Tissandier, Paris, erwähnt: Le cerf-volant par X . . . Ingénieur. Hierin wird zunächst einer Arbeit des Herrn Pillet, Lehrer des Maschinenzeichnens an der polytechnischen Schule (zu Grenoble?), gedacht, welche er in Grenoble 1885 dem Kongress für die Förderung der Wissenschaften vorgelegt hat. Von den darin entwickelten einfachen Resultaten wird erwähnt: „Die Steigkraft eines Drachens ist am grössten, wenn der Abstand des Drachenschwerpunktes von dem Punkte, in dem das Halteseil angeheftet ist, dreimal so gross ist, als der Abstand des Druckmittelpunktes des Windes von demselben Punkte“ und „bei passend eingerichtetem Drachen variirt die Spannung des Seiles nur innerhalb enger Grenzen . . .“,*) woraus dann die richtige Schlussfolgerung gezogen wird: „wenn

*) Diese Sätze nebst anderen finden sich in einem in dieser Zeitschrift 1883, Heft IX und X enthaltenen Aufsatze des Referenten: „Ueber die Möglichkeit, den Drachen zu Rekognoscirungen zu benutzen“ entwickelt. Sie gelten übrigens nur unter der Voraussetzung, dass der Winddruck bei schiefem Stosse proportional dem Quadrate des Sinus des Neigungswinkels zwischen Wind und Drachenfläche zu setzen sei. Damals hatte Referent noch diese irrige Vorstellung, wie sie offenbar auch Herr Pillet hat. Inzwischen hat sich Referent überzeugt, dass selbst die erste Potenz des Sinus jenes Winkels noch etwas zu kleine Werthe für den Winddruck liefert. Bleibt man aber bei dieser Potenz

ein Drachen in übertriebener Weise **zieht**, so ist das ein Beweis, dass er unrecht befestigt ist und nicht, wie man wohl meint, dass er bereit ist, gut zu steigen". Dann geht jener Aufsatz auf den oben besprochenen Versuch des Herrn Maillot über und giebt ihm den treffenden Rath, die von Herrn Pillet entwickelten Lehren zur Verbesserung seines Apparates eifrig zu benutzen. Gerlach.

Kleinere Mittheilungen.

— **Sonderbares Projekt.** Von unserem Mitgliede Herrn von Brandis ist uns ein Aufsatz der „Evening Post" vom 26. April 1886 zugesandt worden, in welchem über folgendes sonderbare Projekt referirt wird. Ein Dr. Bausset in Chicago beabsichtigt, einen Stahlzylinder von 270 Fuss Länge und 75 Fuss Durchmesser mit einem an jedem Ende aufgesetzten Konus von 90 Fuss Länge luftleer zu machen und ihn in dieser Weise dem Vorschlage des Jesuitenpaters Lana gemäss (1688) als Ballon zu benutzen. Unter demselben soll dann ein 120 Fuss langes Schiff mit einem elektrischen Motor angebracht werden. Der Erfinder gedenkt 15—20 Meilen pro Stunde mit seinem Fahrzeuge zurückzulegen in einer Höhe von 8000 Fuss. Vorläufig macht Dr. Bausset Versuche mit den für den Ballon zur Verwendung kommen sollenden Stahlplatten. Wünschen wir dem Erfinder Glück zu seinem Panzerballon! O sancta simplicitas!

— **Aus Russland.** Die neuen militärischen Blätter, redigirt und herausgegeben von G. v. Glassenapp, bringen einen kurzen Bericht über die im „Russischen Invaliden" publizirte Fahrt mit dem Aërostaten der russischen Luftschiffer-Abtheilung. Wir entnehmen demselben Folgendes: Die Fahrt fand am 18. Oktober mit einem der in Paris gekauften Ballons statt. Die Füllung desselben währte 42 Minuten. Um 1¼ Uhr Nachmittags stieg der Ballon bei + 3° Reaumur auf. An der Fahrt betheiligten sich der Kommandant der Abtheilung Porutschik Kowanko, ein zweiter Offizier und der Luftschiffer Rudolf. Nach einem schnellen Aufsteigen bis auf 1400 m Höhe trieb der Aërostat mit einer Geschwindigkeit von 10 m pro Sekunde nach Südost. Man liess sich zweimal bis auf 400 m herab und erreichte schliesslich eine Höhe von 2225 m, woselbst die Temperatur — 10° betragen haben soll. Die Fahrt währte 5 Stunden; die Landung erfolgte bei Nowgorod, 160 km von Petersburg entfernt.

— **Godard's Montgolfière.** Der Versuch mit der 5000 Cbm. grossen Montgolfière, welche Herr Godard gebaut hatte, ist französischen Zeitungen zufolge missglückt. Wie berichtet wird, ist dieselbe, nachdem sie eine Zeitlang in einer Höhe von ca. 300 m geschwebt hat, plötzlich in einen Garten der rue de la Boétie herabgefallen und hat dort beträchtliche Verheerungen angerichtet. Ueber die Ursache des plötzlichen Falles ist nichts Gewisses bekannt. Die Entleerung soll 3 Stunden in Anspruch genommen haben, während das Füllen nur 40 Minuten dauerte.

---

als brauchbarster Annäherung an die Wirklichkeit stehen, so heissen jene beiden obigen Sätze: „Die grösste Höhe (oder Steigkraft) erreicht der Drachen, wenn der Angriffspunkt des Winddrucks den Abstand des Schwerpunktes des Drachens vom Anheftepunkte des Seiles halbirt". Es muss also in der betreffenden Formulirung des Satzes durch Herrn Pillet nicht heissen **dreimal** so gross, sondern nur **doppelt** so gross. Und weiter: „Alsdann ist die Spannung des Seiles (genauer die Maximalspannug oder die Spannung am oberen Ende) **konstant**, d. h. **unabhängig** von der Stärke des Windes, und zwar beständig gleich dem Gewichte des Drachens". G.

Druck von Otto Elsner, Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Gneisenau-Strasse 28.
Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

V. Jahrgang. **1886.** **Heft IX.**

Das Schweben der Vögel.

Von **A. Böcklin.**

Sehen wir einen grossen Raubvogel hoch über uns ohne Flügelschlag schweben, so drängt sich uns der Gedanke auf, dass es sehr sonderbar sei, wenn ein solches Thier, das denn doch ein beträchtliches Gewicht hat, in starrer Haltung der ausgebreiteten Flügel und des Schwanzes dort oben seine Kreise zieht, statt nach dem Gesetz der Schwere sofort zur Erde zu stürzen.

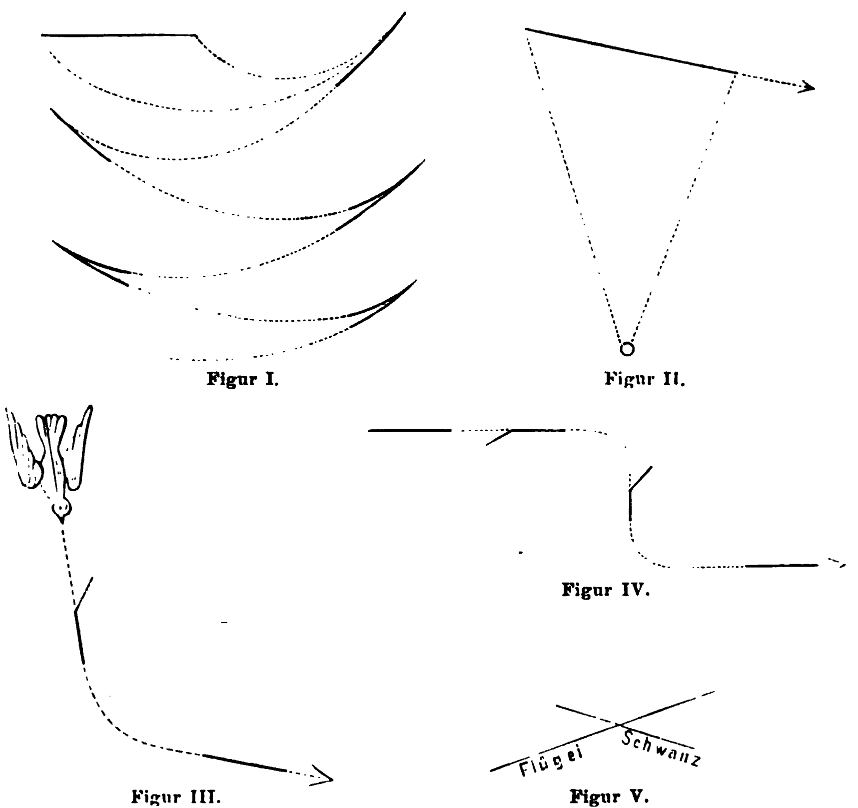
Wir begnügen uns aber nicht mehr, wie ehemals als Schulknaben, mit den märchenhaften Erklärungen, das Blut der Vögel sei während des Fliegens heisser, folglich das Gewicht bedeutend geringer, oder die Federkiele würden luftleer gepumpt (als ob die Luft pfundweise darin enthalten wäre), sondern in der sicheren Voraussetzung, dass dieses Schweben auf einfachen physikalischen Gesetzen beruhe, wollen wir nun mittelst richtiger Feststellung der Thatsachen die Lösung dieses Räthsels suchen.

Das Erste, was wir am schwebenden Vogel bemerken, ist die grosse Fläche, welche er mit ausgestreckten Flügeln und fächerartig gespreiztem Schwanz bildet. Wir sind überzeugt, dass er sich nur mittelst dieser Fläche oben halten kann und mit geschlossenen Flügeln sofort zur Erde stürzen müsste.

Untersuchen wir, ob dem wirklich also ist.

Wenn eine Fläche, z. B. ein steifes Papierblatt (Figur I.), in wagerechter Lage fallen gelassen wird, in windstillem Raum, so sinkt dasselbe anfangs vertikal, geht aber bald in eine seitliche Richtung über bis zur horizontalen, steigt dann mit abnehmender Schnelligkeit bis zum Stillstehen, um

darauf dieselbe Bewegung in entgegengesetzter Richtung zu machen, nur dass es diesmal gleich anfangs mit der Schärfe gegen die Luft fällt, was sich wiederholt bis zur Berührung des Bodens.



Figur I. Figur II. Figur III. Figur IV. Figur V.

Verkrümmungen der Fläche werden Abweichungen von dieser Bewegung zur Folge haben, aber nie wird sie mit der Breitseite und senkrecht, sondern mit der Schärfe den Boden berühren.

Bei Verlegung des Schwerpunktes vom Durchschnittspunkt der Diagonalen, wenn wir ein Quadrat annehmen, werden diese Schwankungen nicht mehr stattfinden.

Ein sehr leichter quadratischer Rahmen (etwa ein □') werde mit dünnstem Papier bespannt, an den zwei Ecken der einen Seite je ein Faden von 2 Fuss, an den zwei anderen Ecken etwas längere, aber sich selbst entsprechende Fäden befestigt, die vier Enden vereinigt und ein Gewicht, etwas grösser als das der Fläche, an diesem Vereinigungspunkt angebracht (Fig. II.). Wird nun der Rahmen so gehalten, dass durch das anhängende Gewicht alle vier Fäden gleichmässig gespannt sind, so kommt die Fläche in eine geneigte Lage und wird, losgelassen, in dieser gegebenen Richtung sich vorwärts bewegen, mit einer Abweichung nach unten, je nach der Schwere des daran befestigten Gewichtes.

Durch dieses Experiment stellt sich recht klar heraus, dass eine ge-

neigte Fläche mit dem Schwerpunkt in der unteren Hälfte annähernd in dem gegebenen Winkel fällt, dass also der Vogel durch seine Flugfläche oben getragen wird und in den von ihm selbst gestellten Winkel nach vorn fällt. Wir haben hier schon sehr ähnliche Bedingungen, wie beim schwebenden Vogel, welcher ebenfalls seinen Schwerpunkt vorn und nicht in der Mitte seiner Flugfläche hat. Dass er auch den Winkel, in welchen er nach vorn fallen will, bestimmen kann, lässt sich nachweisen.

Es ist ihm nämlich möglich, seine Richtung zur Horizontalen durch eine einfach Schwanzbewegung zu verändern. Die Beobachtung dieser Bewegung ist äusserst schwierig wegen der meistentheils zu grossen Entfernung und weil, wie z. B. bei der Schwalbe, diese Handlung schwer erkennbar ist und dazu sehr kurze Zeit dauert. Doch stellt sich heraus, dass bei jeder Richtungsveränderung nach oben oder nach unten der Schwanz, und zwar fast jedesmal ganz ausgebreitet, sich nach unten oder oben wendet. Hat sich die Schwalbe vom Nest herunterfallen lassen, nachdem sie durch Abstossen sich in die richtige Lage, Kopf abwärts, gebracht, so biegt sie den Schwanz nach oben (Fig. III.). Die Flugfläche ist nun gebogen und kann nicht mehr in grader Linie vorwärts fallen, sondern beginnt einen der Biegung entsprechenden Kreis zu beschreiben. Ist die gewollte Richtung erreicht, so wird der Schwanz wieder geradeaus gestreckt und der Körper gleitet in dieser Richtung weiter. Ein Abwärtsbiegen des Schwanzes bei horizontalem Gleiten wird einen Bogen nach abwärts verursachen, der dann wieder durch Aufwärtsbiegen des Schwanzes in horizontale Richtung hinübergeleitet werden kann. (Fig. IV.)

Der Vogel gleitet aber nicht nur auf- oder abwärts durch die Luft, wir sehen ihn rechts oder links hin Bogen beschreiben, ohne dass irgend eine Bewegung an ihm auffallend wäre, dennoch findet eine solche statt. An den Tauben ist diese leicht zu beobachten, wenn solche sich auf einen bestimmten Punkt niederlassen wollen. Der fächerartig ausgebreitete Schwanz wird links oder rechts umgedreht, wodurch er in eine andere Ebene als diejenige der Flügel, zu liegen kommt und auf diese Weise durch Flügel und Schwanz eine Schraube gebildet wird. (Fig. V.)

Wir haben schon beim ersten Experiment gesehen, dass eine Fläche nicht mit ihrer Breitseite fällt, sondern mit ihrer Schärfe, mit welcher sie den geringsten Widerstand findet. Es werden daher zwei Flächen, welche wie Fig. V neben einander befestigt sind, jede in ihrer Richtung abwärts streben, da sie aber sich gegenseitig halten, so können sie nur, eine Schraube beschreibend, senkrecht fallen.

Ist aber die gemeinsame Axe beider Flächen geneigt und der Schwerpunkt in der unteren Hälfte derselben, so treten zwei Bewegungen ein: die vorwärts in der Richtung der gemeinschaftlichen Axe fallende und die drehende. Hierbei darf aber nicht das Gewicht an Fäden unten angehängt, sondern muss an der Axe selbst und zwar am Ende derselben angebracht werden und dann wird diese durch die beiden Flächen gebildete Schraube, das schwerere Ende etwas gesenkt, fallen gelassen.

Es entsteht dadurch eine Spiralbewegung. Der Kreis wird gross, wenn der Winkel zwischen beiden Flächen sehr spitz ist und verkleinert sich mit der Erweiterung dieses Winkels. In einem Zimmer kann der Winkel so genau bestimmt werden, dass die Kreisbewegung haarscharf an den Wänden vorbeigeht.

Mittelst Drehung seiner hinteren Fläche des Schwanzes kann also der Vogel seine Flugrichtung seitlich verändern. Will er nach links, so dreht er den Schwanz rechts um, die Schärfe des Schwanzes wird nach rechts fallen, diejenige der Flügelfläche folglich nach links. Der Schwung nach vorn ist schon vorhanden und es wird ein Kreis links hin gezogen, dreht er darauf die hintere Fläche links um, so senkt sich die vordere nach rechts und er wendet sich, ein S ziehend, nach rechts.

Es steht nun Folgendes fest:

I. Die geneigte Flugfläche mit dem Schwerpunkt in der unteren Hälfte fällt in den ihr gegebenen Winkel, mit einer Abweichung nach unten, welche vom Verhältnisse des Gewichtes zur Grösse abhängt.

II. Dieser Winkel kann durch Auf- oder Abwärtsbiegen der Fläche verändert werden.

III. Eine Drehung des hinteren oder auch vorderen Theiles der Fläche verursacht eine Wendung des Flügels nach rechts oder links.

Es ist somit auch unzweifelhaft, dass ein Vogel mit genügender Flugfläche ohne Flügelschlag mittelst Verstellung der beiden Hälften derselben, der Flügel und des Schwanzes, von einem hoch gelegenen Punkte aus einen tieferen, weit entfernten Punkt erreichen kann. Nach Messung der Höhe und des Winkels, in welchem der Körper fällt, liesse sich genau ausrechnen, wie weit der zu erreichende Punkt entfernt sein darf.

Lorenz Hengler, der Verbesserer des Fallschirmes.

Von **Rudolf Mewes.**

Das traurige Geschick, welches den Engländer Cocking im Jahre 1836 bei den Versuchen mit einem von ihm verbesserten Fallschirme traf, erweckt unser Mitgefühl mit dem kühnen Aëronauten in hohem Maasse und zwar umsomehr, weil das seinem Fallschirme zu Grunde gelegte Prinzip neuerdings wieder mit Sicherheit als das richtigere hingestellt ist, so dass also Cockings Tod nur die Folge eines unglücklichen Umstandes, etwa eines Fehlers im benutzten Material, gewesen sein kann. Und doch dürfen wir, die wissenschaftliche Gerechtigkeit fordert dies unumgänglich, das Verdienst, dem Fallschirm eine verbesserte Gestalt zuerst gegeben und einen so konstruirten Fallschirm auch wirklich mit Erfolg benutzt zu haben, ihm nicht einmal lassen, sondern dies Verdienst gebührt dem durch sein Horizontal-Pendel neuerdings in wissenschaftlichen Kreisen endlich bekannt gewordenen cand. phil. Lorenz Hengler (Hengeller) aus Reichenhofen in Württemberg. Derselbe war ein Schüler des bekannten, theilweise übel beleumundeten Physikers und Astronomen Gruithuisen in München und an dortiger

Universität von 1830—1831 immatrikulirt. Leider ist Hengler seitdem verschollen, wenigstens ist über sein Leben von der Münchener Universität aus nach Herrn Professor Zöllners Mittheilung in Poggendorff's Annalen, Bd. 150, nichts Näheres zu erfahren. Vielleicht findet sich unter den Lesern dieser Zeitschrift Jemand, der in der Heimath Henglers bekannt ist und über sein Lebensschicksal genaue Auskunft zu ertheilen vermag. Es wäre dies auch im Interesse der exakten Wissenschaft, ebenso wie in dem der Luftschifffahrt, sehr wünschenswerth, da Hengler das neuerdings wichtig gewordene Horizontalpendel nicht nur als der Erste erfunden, sondern auch in astronomisch wichtigen Fragen, wie z. B. zum Beweise der Achsendrehung der Erde, des Einflusses der Sonne und des Mondes auf die Schwere u. s. w., mit Erfolg benutzt hat. Auch in diesem noch wichtigeren Falle gebührt nicht dem Franzosen Perrot, sondern dem deutschen Forscher Hengler ebenso die Priorität, wie bei der Konstruktion des sogenannten Cocking'schen Fallschirmes. Hengler hat nämlich, angeregt durch den Aufschwung, den gerade damals die aëronautischen Bestrebungen nahmen, bereits im Jahre 1832 seine Ansichten über die Verbesserung des Fallschirmes und seine dahinzielenden Versuche im 43. Bande von Dr. J. E. Dingler's Polytechnischem Journal veröffentlicht, woselbst, nebenbei bemerkt, auch sein Horizontalpendel beschrieben ist.

Da der Aufsatz über den Fallschirm sehr kurz und präcis geschrieben ist, wie ja überhaupt Hengler ein sehr scharfer und logisch sichtender Denker und Forscher gewesen sein muss, so dürfte den Lesern dieser Zeitschrift die folgende wörtliche Wiedergabe jener Arbeit willkommen sein.

(Polytechnisches Journal von Dr. J. E. Dingler, Bd. 43, Jahrgang 1832.)

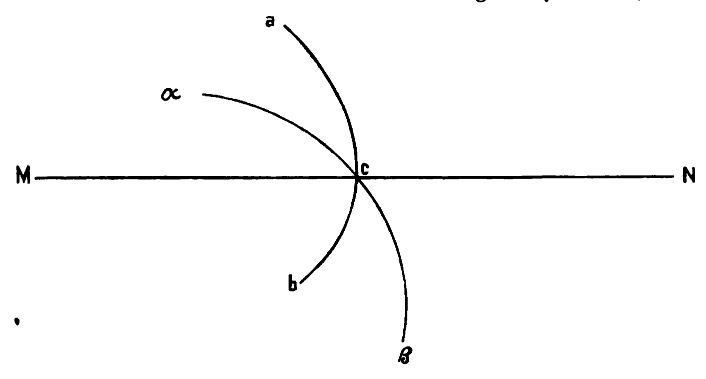
Verbesserung des Fallschirms.

Von L. Hengler.

Da in der neuesten Zeit der Aëronautik wieder einige Aufmerksamkeit geschenkt wird, so glaube ich, dass jede Verbesserung an irgend einem Theile derselben, besonders wenn sie sich als solche schon praktisch bewährt hat, hier einen Ort finden dürfte. Dass die Fallschirme, eine dem Luftschiffer so wichtige Vorrichtung, nach bisheriger Konstruktion ihrem Zwecke nicht entsprechen, ist bekannt; ihr fürchterliches Hin- und Herschaukeln, so dass sie öfters beinahe ganz zuschlagen und ihre gänzliche Unlenkbarkeit, so dass auch nicht der kleinste Gegenstand beim Herunterlassen vermieden werden kann, machen sie bei ihrem Gebrauche noch immer sehr gefährlich.

Diese zwei Unvollkommenheiten lassen sich auf folgende Art gänzlich aufheben: Man lasse die Konstruktion wie bisher, nur mache man die Wölbung nach unten anstatt nach oben. Dass in diesem Falle gar kein Schaukeln stattfinden könne, geht aus der Theorie ebenso gut hervor, als im anderen Falle das Gegentheil; denn es sei acb (siehe die Figur) die krumme Fläche eines Fallschirmes, c sein Mittelpunkt, so wird er schaukeln, wenn er in der Richtung nach M bewegt wird; denn da der Widerstand der Luft gerade auf der Seite, welche zurückbleibt, immer grösser wird, so wird diese Seite immer mehr streben, zurückzubleiben, und zwar mit zunehmender Schnelligkeit, bis die den Fallschirm bewegende Kraft dieses besiegt, wo er dann schnell auf die andere Seite sich wendet, und man hat hier

gleichsam eine auf die Spitze gestellte Nadel. Dies sieht man sogleich, wenn man sich den Fallschirm z. B. in die Lage $\alpha c \beta$ denkt, wo dann der



Widerstand auf $\beta c > \alpha c$ ist. — Aus dem nämlichen Grunde aber erhellt, dass der Fallschirm, wenn er in der Richtung nach N bewegt wird, nicht schaukeln kann, denn gesetzt, der Fallschirm hätte durch eine Kraft die Lage $\alpha \beta$ angenommen, so wird er sogleich wieder in die Lage a c b zurückkehren, weil der Widerstand auf $\beta c > \alpha c$ ist.

Es ist hier gleichgültig, welche Krümmung der Fallschirm habe, oder ob er eine Kugel sei.

Mit Fallschirmen dieser Art habe ich im Kleinen und Grossen viele Versuche angestellt und diese Theorie ganz genau bestätigt gefunden.

Um den Fallschirm leiten zu können, so lässt sich dieses zwar auf mehrere Arten bewerkstelligen, doch habe ich folgende für die zweckmässigste und bequemste gefunden. Man verbindet mit dem Fallschirm einen etwas weiten (doch leichten) Korb, in welchem sich der den Fallschirm Gebrauchende befindet. Steht nun dieser im Mittelpunkt des Korbes (also auch im Mittelpunkt des Fallschirmes), so wird der Fallschirm ganz senkrecht herunterfallen; wendet er sich aber auf eine Seite, so wird auch der Fallschirm nach dieser Seite hin von der senkrechten Richtung abweichen, welche Abweichung um so grösser wird, je grösser der Abstand des sich im Korbe Befindenden vom Mittelpunkte ist. Auf diese Art kann man sich in einer Richtung, welche selbst 45 und noch weniger Grade gegen den Horizont geneigt ist, herablassen.

Man könnte vielleicht die Einwendung machen, dass ein Fallschirm, der unten gebogen sei, nicht so viel Widerstand leiste, und deswegen schneller falle etc. Dies ist zwar allerdings wahr, allein es beträgt so wenig, dass der Radius des Fallschirms allenfalls nur um den zehnten Theil grösser gemacht werden darf, um den nämlichen Widerstand zu erreichen.

Um aber endlich die eigentliche Grösse eines Fallschirmes selbst anzugeben, so ist diese von den besten Theoretikern schon hinreichend bestimmt worden, und will ich nur noch ganz kurz die Resultate meiner vielfältigen Versuche hierüber angeben.

Mit einem Fallschirme, der nicht weit von der Form eines sehr stumpfen Kegels, dessen Spitze ungefähr 120—130° beträgt, abweicht, und einen Durchmesser von 22 Pariser Fuss hat, kann man sich ohne alle Gefahr, selbst ohne irgend eine Unannehmlichkeit zu erfahren, wenn ein Quadratfuss des Fallschirms nicht mehr als 3 Loth Gewicht hat, herunterlassen, zumal wenn der in demselben Befindende

auf einem weichen oder sogar auf einem mit Stahlfedern gestützten Boden steht. Ich habe einen Fallschirm von dieser Grösse aus Leinewand verfertigt. und mich von verschiedenen Höhen, von 100, 200, 300 bis 400 Fuss, sehr oft heruntergelassen, ohne die geringste Unannehmlichkeit zu erfahren.

Ebenso gut überzeugte ich mich von der leichten Lenkbarkeit eines solchen Fallschirms. Der Korb hatte 3 Fuss Durchmesser und 4 Fuss Höhe, wenn ich mich auf eine Seite stellte, oder mich an sie anlehnte, so konnte ich mich auf einen vom senkrechten Abstandspunkte sehr weit entfernten Ort niederlassen, so dass ich auf diese Art jeden Gegenstand, den ich vermeiden wollte, auch sehr leicht vermeiden konnte; und es entspricht somit ein solcher Fallschirm allen Forderungen, die man an ihn machen kann.

Dem vorstehenden Aufsatze Henglers habe ich Sachliches nicht mehr hinzuzufügen. Nur möchte ich den Wunsch aussprechen, jene Versuche thatsächlich wiederholt zu sehen. Bei gegebener Gelegenheit würde ich mich im Vertrauen auf die Gediegenheit und Richtigkeit der Hengler'schen Angaben, zumal ich dieselben durch theoretische Rechnung bestätigt gefunden habe, keinen Augenblick bedenken, jene Versuche selbst zu wiederholen.

Bestimmung der Bewegung eines Luftballons durch trigonometrische Messungen von zwei Standpunkten.

Von **Dr. Paul Schreiber** in Chemnitz.

(Schluss.)

Dadurch, dass an den h_2 eine Korrektion + 46 m angebracht wurde, liess sich eine ganz befriedigende Uebereinstimmung der Ballonhöhen erzielen. Die Abweichung von + 43 m bei der ersten Minute lässt sich leicht erklären. Das lange Warten auf den Moment des Aufsteigens ermüdet. Dieser selbst findet dann ohne jedes vorherige Anzeigen statt, welches dem Beobachter die Möglichkeit geben könnte, seine Aufmerksamkeit zur rechten Zeit anzuspannen; der Beobachter wird überrascht und werden deshalb die Beobachtungen in der ersten Zeit unsicher sein. Dazu kommt, dass wegen der Unsicherheit wenig Beobachtungen gewonnen werden, weshalb die lineare Interpolation nur unzuverlässige Resultate ergeben muss. — Ausserdem kommt eine Differenz von 11 m einmal als grösste Abweichung vor. Alle grösseren Abweichungen treten bei raschen Höhenänderungen auf und lassen sich dann leicht, namentlich durch Fehler in der Zeitbestimmung, erklären. Die Bestimmung der horizontalen Bewegung scheint ziemlich zuverlässig zu sein, da die $\Delta\ \rho$ und $\Delta\ S$ einen gleichmässigen Verlauf erkennen lassen. Nur an zwei Stellen fallen unwahrscheinliche Werthe derselben auf, nämlich $6^h\ 44^m$ und $6^h\ 52^m$. Der Umstand, dass in den folgenden Minuten die Bewegung um ebensoviel beschleunigt erscheint, als sie vorher verzögert war, spricht für Fehler in der Beobachtung. Gross können dieselben doch nicht gewesen sein, da die Höhen gut zusammenstimmen.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate der nach den vorigen Formeln ausgeführten Beobachtungen enthalten:

Zeit	Station I α_1	Station I β_1	Station II α_2	Station II β_2	ρ_1	ρ_2	h_1	h_2	h_1-h_2	$h_2+\Delta$	$h_1-(h_2+\Delta)$	h	Δh	$\Delta\alpha_1$	$\Delta\rho_1$	ΔS	R
	° ′	° ′	° ′	° ′	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Bog.-Min.	Bog.-Min.	Meter	° ′
6h 24m	54 48	1 32	59 53	0 30	4 789	4524	128	39	89	85	+ 43	107					
25	51 0	2 49	64 10	2 35	5 002	4319	246	195	51	241	+ 5	244	+ 137	− 228	213	382	− 5 8
26	47 53	3 46	68 11	4 2	5 199	4154	342	293	49	339	+ 3	341	+ 97	− 187	197	336	− 6 30
27	44 19	4 21	72 59	5 20	5 413	3955	412	369	43	415	− 3	413	+ 72	− 214	214	388	− 12 11
28	40 56	4 52	78 15	6 35	5 641	3775	480	436	44	482	− 2	481	+ 68	− 203	228	392	− 13 34
29	38 34	5 3	83 7	7 22	5 868	3685	519	476	43	522	− 3	520	+ 39	− 142	227	325	− 7 10
30	36 34	5 8	88 17	7 49	6 127	3652	550	501	49	547	+ 3	549	+ 29	− 120	259	330	− 1 46
31	35 0	5 1	93 1	8 2	6 376	3662	560	517	43	563	− 3	561	+ 12	− 94	249	300	+ 1 4
32	33 35	4 56	97 36	8 5	6 625	3697	572	525	47	571	+ 1	571	+ 10	− 85	249	294	+ 1 15
33	32 39	4 49	101 36	7 58	6 879	3788	580	530	50	576	+ 4	578	+ 7	− 56	254	276	+ 9 38
34	32 2	4 43	105 7	7 55	7 140	3923	589	546	43	592	− 3	590	+ 12	− 37	261	271	+ 6 12
35	31 28	4 40	108 9	7 48	7 377	4053	602	555	47	601	+ 1	601	+ 11	− 34	237	247	+ 14 52
36	31 9	4 39	110 23	7 45	7 580	4183	617	569	48	613	+ 4	615	+ 14	− 19	203	207	+ 19 48
37	31 4	4 41	112 38	7 43	7 842	4385	642	594	48	640	+ 2	641	+ 26	− 5	262	262	+ 28 36
38	31 4	4 41	114 16	7 39	8 062	4563	660	613	47	659	+ 1	669	+ 28	0	220	220	+ 31 4
39	31 8	4 40	115 44	7 32	8 290	4758	677	629	48	675	+ 2	676	+ 7	+ 4	228	228	+ 33 29
40	31 16	4 36	116 55	7 22	8 507	4952	685	640	45	686	− 1	685	+ 9	+ 8	217	218	+ 36 21
41	31 21	4 31	118 5	7 7	8 727	5146	689	643	46	689	0	689	+ 4	+ 5	220	220	+ 34 35
42	31 26	4 21	119 9	6 47	8 944	5341	680	635	45	681	− 1	680	− 9	+ 5	217	217	+ 34 47
43	31 32	4 13	120 11	6 29	9 177	5552	677	631	46	677	0	677	− 3	+ 6	233	234	+ 35 22
44	31 47	4 3	120 12	6 10	9 255	5640	655	609	46	655	0	655	− 22	+ 15	78	88	+ 58 58
45	32 4	3 58	121 17	5 56	9 584	5954	665	619	46	665	0	665	+ 10	+ 17	329	332	+ 39 59
46	32 26	3 55	121 44	5 48	9 818	6191	672	629	43	675	− 3	673	+ 8	+ 22	234	242	+ 47 7
47	32 56	3 57	121 50	5 45	10 024	6415	692	646	46	692	0	692	+ 19	+ 30	206	223	+ 55 31
48	33 33	4 2	121 46	5 47	10 241	6657	722	674	48	720	+ 2	721	+ 29	+ 37	217	242	+ 59 59
49	34 12	4 9	121 35	5 51	10 447	6893	758	706	52	752	+ 6	755	+ 34	+ 39	206	236	+ 63 37
50	34 54	4 11	121 22	5 49	10 671	7151	781	728	53	774	+ 7	778	+ 23	+ 42	224	258	+ 64 34
51	35 33	3 59	121 7	5 30	10 872	7384	757	711	46	757	0	757	− 21	+ 39	201	235	+ 66 36
52	35 36	3 39	121 5	5 0	10 884	7398	694	647	47	693	+ 1	693	− 64	+ 3	12	15	+ 73 56
53	35 46	3 22	121 57	4 34	11 256	7753	662	619	43	665	− 3	663	− 30	+ 10	372	373	+ 40 38
54	35 23	3 1	123 2	4 4	11 464	7918	604	563	41	609	− 5	606	− 57	− 23	208	221	+ 15 29
55	34 55	2 40	124 21	3 36	11 730	8133	546	511	35	557	− 11	551	− 55	− 28	266	281	+ 15 34
56	34 16	2 24	125 51	3 9	11 988	8327	502	458	44	504	− 2	502	− 49	− 39	258	290	+ 6 59
57	33 36	2 6	127 23	2 40	12 266	8548	450	398	52	444	+ 6	447	− 55	− 40	278	310	+ 6 57
58	32 48	1 41	128 56	2 10	12 484	8693	367	329	38	375	− 8	371	− 76	− 48	218	277	− 4 39

Von besonderem Interesse sind die Verminderung der Geschwindigkeit der Luftbewegung mit der Höhe, sowie die Aenderungen in der Richtung der Luftströmung. Die Werthe von R sagen aus, dass in den ersten sechs Minuten die Bahn sich der Standlinie näherte. Von da an trat eine Schwenkung ein, welche so weit ging, dass die horizontale Richtung der Bewegung in den höchsten Theilen der Bahn nahe senkrecht zur anfänglichen Richtung stand. Wäre der Ballon noch höher gestiegen, so würde er vermuthlich in eine Strömung gekommen sein, welche der unteren gerade entgegengesetzt gewesen wäre.

Dieselben Verhältnisse, welche der Aufstieg ergab, finden wir beim Abstieg wieder vor, die Geschwindigkeit wächst, die Richtung nähert sich mehr dem Parallelismus mit der Standlinie. Da diese nahe im Meridian lag, war die Windströmung an der Erdoberfläche etwa NNW, drehte sich mit der Höhe nach Ost und wird in einer Höhe von 700—800 m ENE gewesen sein. Die Geschwindigkeit des Windes war an der Erdoberfläche verschwindend klein, betrug trotzdem in etwa 100 m Höhe über 6 m in der Sekunde, verminderte sich aber in grösseren Höhen und war in 700—800 m Höhe etwa 4 m in der Sekunde.

Wenn man bedenkt, dass die Messungen mit Winkelmessapparaten angestellt wurden, welche zu dem vorliegenden Zweck wenig geeignet sind, dass mit gewöhnlichen Taschenuhren die Zeit bestimmt wurde, dass die Beobachter vollständig ungeübt waren, so wird man mit den Resultaten sicher zufrieden sein können. Man kann bestimmt annehmen, dass geübte, mit Instrumenten, welche für den vorliegenden Zweck besonders konstruirt sind, und namentlich mit zuverlässigen Uhren ausgerüstete Beobachter auch unter weniger günstigen Verhältnissen noch bessere Resultate erzielen werden.

Ich erachte derartige Bestimmungen für besonders wichtig und habe schon seit vielen Jahren die Absicht, grössere Gummiballons steigen zu lassen und auf die dargestellte Weise deren Bewegung zu bestimmen.

So lange man kleine, scharf begrenzte Wolken wahrnehmen kann, werden dieselben ein geeignetes Objekt zum Studium der Luftbewegung geben. Man hat jedoch hierzu selten Gelegenheit und ist dann auch auf die Höhe angewiesen, welche eben die Wolke hat. Bei absolut wolkenlosem Himmel, wie bei Bedeckung mit grösseren Wolkenkomplexen, auch dann, wenn man die Bewegung in den Regionen studiren will, in welchen sich keine Wolken vorfinden, wird man blos mit Luftballons sich helfen können. Namentlich bei fast windstillem Wetter werden derartige Versuche von Interesse sein und vielleicht für Zwecke der Wetterprognose sich nützlich erweisen.

Eine Lösungsart des Problems der Luftschifffahrt.*)

Von **Karl Milla** in Rudolfsheim bei Wien.

Die theoretischen und praktischen Arbeiten auf dem Gebiete der Aëronautik weisen immer mehr und mehr dahin, den Luftballon als Muster für ein lenkbares Luftschiff der Zukunft zu verlassen und sich einem andern Vorbilde zuzuwenden. Dieses andere Vorbild ist der Vogel und die Ausbildung der diesem Thiere zu Grunde liegenden Idee der Bewegung wird gewöhnlich dynamisches Luftschiff genannt.

Die Natur selbst weist nur dies einzige Vorbild zum Fliegen auf. Nie und nirgends findet sich an den Flugthieren auch nur eine Annäherung an das Prinzip des Luftballons. (Die pneumatischen Knochen der Vögel können ja doch nicht als Einwendung gegen diese Behauptung angeführt werden, denn wenn auch deren Zweck noch nicht genügend erklärt ist, so ist doch sicher, dass sie den Vogel nicht durch statischen Auftrieb heben sollen.) Es sollte dieser Mangel an Analogie des Luftballons in der Natur eigentlich ein Fingerzeig sein, sich von demselben ein für allemal und gründlich zu befreien und in der That ist der Ausspruch gewagt worden, dass der Ballon den Menschen gehindert habe, die richtigen Pfade zu betreten, zur Erreichung seines Zieles, ein lenkbares Luftschiff zu bauen.

Diesem Ausspruche aus vollster Ueberzeugung beipflichtend, gehe ich konsequenterweise so weit, selbst jede Vermittlung zwischen den beiden Hauptformen des Luftschiffes zu perhorresciren, indem ich glaube, nur allein die Ausbildung des dynamischen Luftschiffes könne erfolgbringend sein.

Ich will daher im Folgenden mein Scherflein zu bringen trachten zur Ausbildung des dynamischen Luftschiffs. Vielleicht erleben wir es noch, dass der Mensch sich nicht nur erheben, sondern auch, einem Vogel gleich, die Richtung des Fluges und auch den Wind ganz und gar in seiner Gewalt besitze.

Zu diesem Ende ist es zunächst nothwendig, den Vogelflug etwas genauer in's Auge zu fassen.

Pettigrew weist in seiner Schrift: „Die Ortsbewegung der Thiere“ nachdrücklich darauf hin, dass zum Fliegen Gewicht nothwendig sei. Was Hermann Schlotter in seinem „Prinzip des mechanischen Fluges“ sagt und darunter auch über die Bedeutung des Gewichtes für den Flug, ist ein merkwürdiges Gemisch von Richtigem und Falschem, so dass es schwer hält, die Spreu vom Weizen zu sondern.

Es sei hier genauer präzisirt, was man in dem Satze: „Zum Fliegen ist Gewicht nothwendig,“ unter Gewicht zu verstehen habe. Denn schliess-

*) Obwohl mit den Ausführungen des Verfassers durchaus nicht in allen Punkten übereinstimmend, theilen wir dennoch — entsprechend dem in Heft I Seite 2 dieses Jahrganges unserer Zeitschrift erwähnten Vereinsbeschlusse vom 11. Februar 1882 — diese Abhandlung wegen ihres in vieler Beziehung interessanten Inhaltes unsern Lesern mit. D. Red.

lich hat ja auch der Ballon Gewicht und mitunter ein sehr bedeutendes, aber er hat statisch kein Gewicht, sondern Auftrieb. Der Vogel aber hat statisches Uebergewicht über die ihn umgebende Luft, er schwebt und erhebt sich niemals in Folge eines statischen Auftriebes, sondern allein mit der Kraft seiner Flügel, und ohne diese Kraft würde er in der Luft stets fallen, da er bis 800 mal schwerer ist, als sein Element. Dieses Plus seines spezifischen Gewichtes über dem spezifischen Gewichte der Luft ist das gemeinte Gewicht. Ausserdem wird darunter aber auch ein bedeutendes absolutes Gewicht überhaupt verstanden.

Dass dieses Gewicht nun für den Flug wirklich von grosser Bedeutung ist, beweisen praktisch die fliegenden Geschöpfe; je grösser der Vogel, desto leichter erscheint sein Flug und je kleiner die Mücke, desto grösser ist verhältnissmässig die Kraft, die sie zum Fliegen gebraucht. Mit wenigen und bedächtig ausgeführten Flügelschlägen erhebt sich ein Geier oder Adler in die Luft, um dann stundenlang ruhig, ohne einen einzigen Flügelschlag mehr, dahinzuschweben. Die kleinen Insekten dagegen bewegen vom ersten Augenblicke des Fluges an ihre Flügel ungemein schnell, um dann anhaltend dieselbe Flügelgeschwindigkeit beizubehalten. Freilich führt der Adler keinen solchen Tanz aus, wie die Mücke — wo bliebe auch sonst die Majestät seines Fluges! — aber dagegen ist es erwiesen, dass die kleinen Insekten so gewaltige Muskelkraft besitzen, um ihren Flug ausführen zu können, dass dieselbe in's Adlerhafte vergrössert gedacht, den König der Vögel mit seiner Muskelkraft in Schatten stellen würde. Endlich ist der Umstand beweisend, dass die tanzenden Mücken sofort von ihrem Ballplatze in die geschütztesten Winkel flüchten, sobald nur der kleinste Windhauch sich erhebt, da sie gegen einen solchen nicht mit Erfolg anzukämpfen vermögen, während den grössten, also gewichtigsten Vögeln ein Gegenwind nicht nur kein Hinderniss, sondern sogar erwünscht ist, da sie ihn für ihre Flugzwecke auszunützen wissen.

Und was ist es, das diesen grellen Unterschied bewirkt? — Das grosse Gewicht mit seiner lebendigen Kraft ermöglicht es den grossen Vögeln, den bedeutenden Luftwiderstand und die Reibung (Verhältniss zwischen Oberfläche und Raum bei Zunahme der letzteren) auf längere Dauer zu überwinden, ohne weiter aktive Kraft der Muskeln verbrauchen zu müssen. Bei den leichten Mücken zehrte der immerhin noch erhebliche Luftwiderstand, den auch sie zu überwinden haben, sofort die geringe lebendige Kraft ihrer Masse auf, wenn sie sich auf dieselbe verlassen wollten; und einem durch den Wind vermehrten Widerstande sind sie trotz ihrer verhältnissmässig starken Muskeln nicht gewachsen.

Nur einzig und allein der lebendigen Kraft ihrer Masse verdanken die grossen Vögel die Fähigkeit, mit ausgebreiteten Flügeln zu segeln, welche Fähigkeit stufenweise mit der Grösse des fliegenden Thieres sinkt. Tauben und Schwalben segeln noch durch kurze Zeit hindurch, der Zaunkönig und

die Kolibris lassen diese Flugart nicht mehr wahrnehmen, und Käfer, Bienen und noch kleinere Insekten schon absolut gar nicht mehr.

Das grosse Gewicht ermöglicht es den Vögeln auch, eine grössere Geschwindigkeit zu erlangen, als dies die kleinen Insekten vermögen. Zwar kann es scheinen, als ob die Insekten, speziell Mücken, einen rasend schnellen Flug besässen; doch kommt dies daher, weil sie nur in Greifweite von uns ihre jähen Bewegungen mit häufigen Richtungsänderungen beobachten lassen, zudem an und für sich klein sind. Sicher ist, dass die Vögel einen dauernd schnellen Flug besitzen.

Diese grössere Geschwindigkeit ist nun bekanntlich ein weiterer Faktor bei der Bestimmung der arbeitsfähigen lebendigen Kraft; diese wächst sogar im quadratischen Verhältnisse der Geschwindigkeit.

Wie bedeutend nun die lebendige Kraft grosser Vögel ist, kann erstens sehr leicht berechnet werden, wird aber durch vielfache Erfahrungen auch recht deutlich illustrirt. Unsere Hausgänse schlagen sich gewöhnlich todt, wenn sie, bei ihrer notorischen Ungeschicklichkeit, an eine Wand stossen. Seevögel tödten sich und zertrümmern $2^1/_2$ cm dickes Glas der Leuchtthürme, wenn sie, durch das Licht getäuscht, an dasselbe fliegen.

Daraus erhellt also, dass das Gewicht wirklich sehr wesentlich zum Fluge beiträgt und wenn die grossen Vögel deshalb nicht gerade die geschicktesten Flieger sind, so sind sie aber sicher die besten Flieger, was die Dauer ihres Fluges anbelangt und mit Bezug darauf, dass sie verhältnissmässig mit dem geringsten Kraftaufwande ihren Flug ausführen. Jedenfalls sind aber von unserem Gesichtspunkte aus gerade diese letzteren Eigenschaften von eminenter Wichtigkeit. Ja, es folgt sogar daraus, dass ein dynamisches Luftschiff die grössten Vögel in dieser Hinsicht noch übertreffen wird, da, wie der Begriff „dynamisches“ Luftschiff besagt, sein Gewicht nicht etwa durch den statischen Auftrieb eines Gases äquilibrirt, sondern mit ganzer Kraft wirksam sein wird.

Ein zweites Moment beim Vogelfluge ist der Flügelschlag. In dieser Beziehung lässt die theoretische Erklärung noch Vieles zu wünschen übrig, ja, es machen sich häufig entschieden falsche Behauptungen breit.

Meiner Ansicht nach erklärt sich die Hebekraft des Flügels einestheils durch den Niederschlag desselben, wobei die schwache Wölbung zum Erfassen und Festhalten der Luft von Bedeutung ist, andererseits wirkt der Flügel selbst während des Flügelschlagens noch im Sinne des Drachens. Denn es darf nicht vergessen werden, dass der Vogel vom ersten Augenblicke des Fliegens an gleichzeitig mit dem Erheben auch Vorwärtsbewegung besitzt. Andererseits wird die Fortbewegung im wagerechten Sinne dadurch erzielt, dass der Flügel wie ein Walfischschwanz wirkt. Auch ein Damenfächer kann diese Wirkung versinnlichen. Die Schwanzflosse der echten Fische wirkt zwar ganz genau so, wie die des Walfisches, nur ist bei ersteren die Lage der Flosse nicht dieselbe, wie die Lage des Vogelflügels. Wenn man

eine Taube an den Füssen vor dem Gesichte hält, und sie ihre Flügel schlagen lässt, so merkt man einen sehr starken Luftzug im Gesicht, genau so, wie ein Luftzug durch das Fächeln mit einem Damenfächer hervorgebracht wird. Um aber diesen Luftzug hervorzubringen, muss der Vogel die Luft durch seinen Flügelschlag nach hinten werfen, folglich ihre Trägheit überwinden, und dadurch gelangt er vorwärts. Beim Niederschlage des Flügels dreht sich die Vorderkante desselben ein wenig um seine Längenachse und zwar derart, dass die nach hinten gerichteten Federn sich nach oben drehen, wodurch sie der Bewegung der Vorderkante nachsinken, also später in der tiefsten Lage ankommen, als diese. Zugleich wird der Flügel auch etwas nach hinten geschlagen. Dadurch wird aber die ganze vom Flügel gefasste Luftmenge nach hinten geworfen und deren Trägheit bildet die Stütze, auf welcher der Vogel einen Schritt vorwärts macht. In dem Augenblicke, wo die hintere Flügelkante in der tiefsten Lage ankommt, hat die Vorderkante die Bewegung aufwärts schon begonnen, während gleichzeitig wieder eine Drehung um die Längenachse des Flügels stattfindet, doch so, dass jetzt die Hinterkante desselben unter der Vorderkante bleibt und daher diese letztere wieder zuerst oben ankommt. Dadurch wird erreicht, dass die Luft über der oberen Wölbung des Flügels nach hinten abfliessen und dass gleichzeitig die Vorderfläche als Drachen wirken kann. Beim Aufschlage wird die Luft nicht hinten geworfen, sonst müsste erstens der Flügel sich schneller nach rückwärts bewegen, als die anströmende Luft und zweitens müsste der Vogel auch während dieser Zeit etwas nach unten fallen, endlich drittens könnte die Vorderfläche nicht hebend im Sinne des Drachen wirken, wenn sie dem Stosse der Luft nach hinten ausweichen würde.

Der Flügelschlag hat demnach eine doppelte Wirkung: er hebt den Vogel und treibt ihn gleichzeitig vorwärts. Der Aufschlag hebt nur, wiewohl nicht sehr bedeutend, da der Flügel durch sein theilweises Ausweichen nach hinten die Geschwindigkeit und damit die Hebekraft der anströmenden Luft vermindert, aber doch hebt er wenigstens so stark, um das Fallen zu verhindern, denn niemals sehen wir auch nur das geringste Auf- und Abwogen während des Flügelschlagens. Für diese Wirkungsart des Aufschlages spricht auch die Thatsache, dass der Flügel langsamer nach oben als nach unten schlägt, während er doch wegen seiner oberen Wölbung, sollte mit dieser ein vorwärtsfördernder Ruderschlag nach hinten ausgeführt werden, um so schneller schlagen müsste. Endlich bewegt sich der Flügel sogar etwas nach vorn, um wieder nach hinten schlagen zu können und jenes „Ausweichen nach hinten“, von dem ich zuvor gesprochen, entsteht nur virtuell dadurch, dass der Flügel eben schief steht, wenn er nach oben geführt wird.

Durch die Drehung des Flügels um seine Längenachse bildet die Breitenachse derselben stets einen Winkel mit der Horizontalen, doch ist

derselbe beim Abschlage nach hinten, beim Aufschlage aber nach vorn geöffnet. In den beiden Grenzlagen oben und unten findet der Uebergang aus einer Lage in die andere statt.

Beim Insektenflügel bemerkt man ebenfalls, dass das stützende Gerüst desselben an der vorderen Kante angebracht ist, wodurch sich als höchst wahrscheinlich ergiebt, dass auch diese Flügel ganz dieselben Drehungen beim Schlage ausführen. Auch erklärt sich durch die bezeichnete Fischschwanzwirkung, wieso Insekten im Stande sind, mit der grössten Leichtigkeit senkrecht aufwärts zu steigen. Die vollkommene Flachheit der Insektenflügel deutet demnach an, dass beim Erheben senkrecht aufwärts sowohl der Vor-, als auch Rückschlag dieselbe Hebewirkung hat, so dass sie dadurch in ihrer Wirkung genau mit der Schwanzflosse der Fische zusammenfallen.

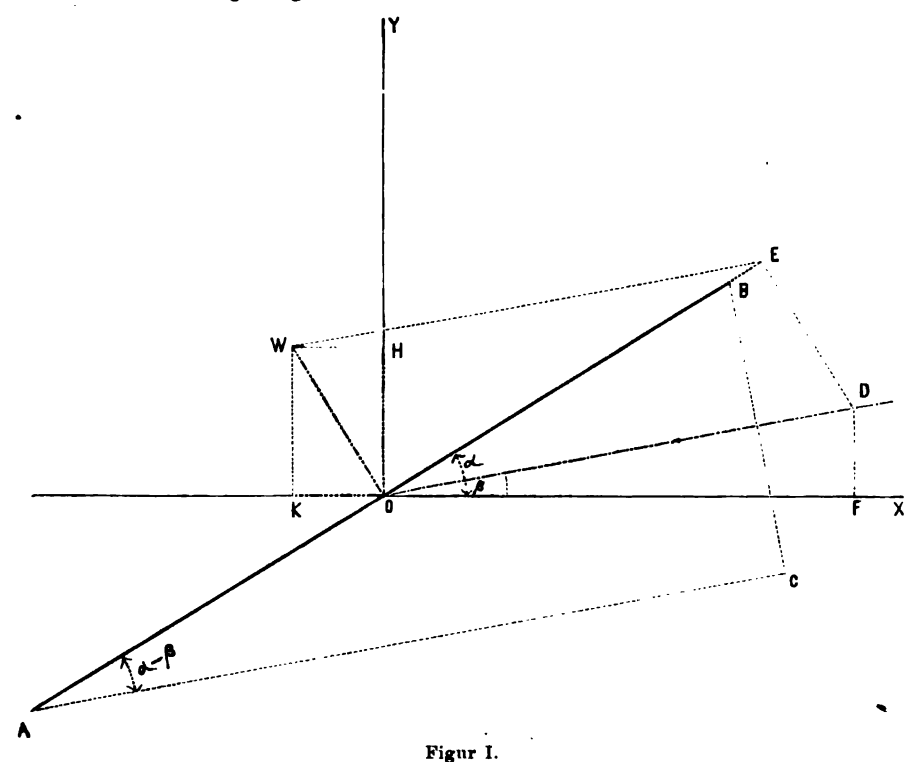
Hat nun der Vogel auf die angegebene Art genug Anfangsgeschwindigkeit erreicht und besitzt er auch hinreichende Masse, so dass also seine lebendige Kraft gross genug ist, um die Widerstände der Reibung und des Mittels auf die Dauer überwinden zu können, so beginnt die Zeit für den segelnden Flug. Von nun an sind die Flügel ruhig in einem Winkel zum Horizonte, dessen Oeffnung nach vorn gerichtet ist, gestellt und wirken nunmehr blos als Drachenflächen mit ihrer hebenden Eigenschaft. Ist der Vogel gross, d. h. gewichtig genug, so kann die angehäufte lebendige Kraft lange Zeit hindurch als Arbeitskraft wirken, bevor eine Erneuerung der verlorenen Geschwindigkeit erforderlich wird. Aber selbst in diesem letzteren Falle kann die Schwerkraft unserer Erde den Verlust ersetzen, denn der Vogel besitzt ja in der Höhe immer auch „Spannkraft der Lage", und unsere grossen segelnden Vögel machen auch Gebrauch von derselben, indem sie sich näher zur Erde herabgleiten lassen. Endlich aber, und nicht gerade ausnahmsweise, wissen diese Vögel auch die Kraft des Windes für ihre Flugzwecke auszunutzen, wie ich später noch genauer erörtern will.

Brehm in seinem „Thierleben" sagt bei der Schilderung des Vogelfluges, die Federn des Flügels lockerten sich beim Flügelaufschlage derart, dass sie die Luft dabei hindurchlassen und nur beim Abschlage schlössen sie sich fest und verwehrten dann der Luft den Durchtritt, wirkten also klappenartig. Die Luft tritt aber in keinem Falle durch die Federn des Flügels hindurch, dazu sind diese Federn zu dicht und in mehreren Lagen übereinander gefügt.

Der s e g e l n d e Vogel ist nun meiner Ansicht nach das ideale Vorbild, welchem beim Ersinnen und Anfertigen eines Luftschiffes nachgestrebt werden soll. Ich will daher den Beziehungen, die bei der Flugart des Segelns zu Tage treten, meine ganz besondere Aufmerksamkeit zuwenden.

Es ist gewiss zulässig, bei der Erklärung des physikalischen Vorganges des Segelns der Vögel statt der gekrümmten und mit dicker Kante versehenen Flügel mathematische Flächen zu setzen, denn in letzter Linie lässt sich ja jede gekrümmte Fläche in elementare Ebenen zerlegen, auch ist die Krümmung der Flügel nicht gar so bedeutend, und die Dicke derselben

kommt bei der Bestimmung der Kraftgrössen nicht so ausschlaggebend in Betracht, dass man den Widerstand dieser sehr vollkommen abgerundeten Flügelkante nicht ausser Rechnung lassen könnte. Jedenfalls will ich aber im Folgenden stets nur mathematische Flächen im Auge haben, um so mehr, als ich glaube, dass man bei Erbauung eines dynamischen Luftschiffes die Kanten desselben mehr der mathematischen Form wird nähern können, als diese sich beim Vogelflügel vorfindet.



Figur I.

Es sei AB in der Fig. 1 der Querschnitt eines Vogelflügels von der Fläche f, dessen Neigung zum Horizonte α^0 betrage. Der Vogelkörper bewege sich in der Richtung OD aufwärts, so dass also die Bewegungsrichtung mit der Horizontalen OX den Winkel β einschliesst. Die Projektion der Flügelfläche auf eine Ebene, die senkrecht zur Bewegungsrichtung steht, ist dann $f \sin(\alpha - \beta)$, in der Figur mit BC bezeichnet. Diese Projektion ist zugleich der Querschnitt des ausströmenden Luftprismas.

Die Eigengeschwindigkeit des Vogels in der Bahn sei nun $= v$ und die Luft selbst in Ruhe, so giebt die gestossene Luftmenge von dem Querschnitte BC und der Länge v die Kraft $a v^2 f \sin(\alpha - \beta)$ ab. (Die Formel für solche Flächen, die sich normal zu ihrer eigenen Ebene bewegen, sei unter der gebräuchlichen Form $a v^2 f$ angewendet, wobei a ein konstanter Erfahrungskoëfficient ist.) Diese Widerstandskraft der Luft $a v^2 f \sin(\alpha - \beta)$

wollen wir durch die Linie OD darstellen. Sie trifft die Flügelfläche f unter unter dem Winkel $\alpha - \beta$ und es ist daher der Druck, welcher normal zur Fläche entfällt, eine Komponente dieser Kraft und man findet die Komponente $W = a\,v^2 f \sin^2 (\alpha - \beta)$.

Die andere Komponente $a\,v^2 f \sin (\alpha - \beta) \cos (\alpha - \beta)$ können wir im Weiteren unberücksichtigt lassen, da sie für uns keine Bedeutung hat.

Aus dem Normalwiderstande W finden sich nun durch weitere Zerlegung die Seitenkomponenten H und K wie folgt:

$$H = a\,v^2 f \sin^2 (\alpha - \beta) \cos \alpha \text{ und}$$
$$K = a\,v^2 f \sin^2 (\alpha - \beta) \sin \alpha.$$

Hier ist H die Hebekraft der Widerstandskraft, die senkrecht aufwärts und somit der Schwerkraft direkt entgegengesetzt wirksam ist; K aber ist die Kraft in der Richtung der Horizontalen, die der Bewegung in dieser Richtung entgegenwirkt, und daher durch die bewegende Kraft überwunden werden muss. Bei dieser Ueberwindung wird dann die Arbeit A geleistet:

$$A = K\,v = a\,v^3 f \sin^2 (\alpha - \beta) \sin \alpha.$$

Da wir vorausgesetzt haben, dass der Vogel sich erhebe, so ist nothwendigerweise $H > G$, d. h. die Hebekraft des widerstehenden Mittels ist grösser als das Gewicht G des Vogelkörpers und wir haben noch die Beschleunigung senkrecht aufwärts zu berücksichtigen.

Diese sei mit g' bezeichnet und berechnet sich folgendermassen:

$$g' = \frac{H - G}{m} = \frac{H - G}{G} \cdot g;$$

hierbei ist m die Masse des Gewichtes G und g die Beschleunigung der Schwere.

Erhebt sich aber der Vogel nicht, sondern steht die Hebekraft mit der Schwerkraft im Gleichgewichte, ist also $H = G$, so ist $\beta = \ominus$ und die vorangehenden Formeln vereinfachen sich zu den folgenden:

$$W = a\,v^2 f \sin^2 \alpha,$$
$$H = a\,v^2 f \sin^2 \alpha \cos \alpha,$$
$$K = a\,v^2 f \sin^3 \alpha,$$
$$A = a\,v^3 f \sin^3 \alpha,$$
$$g' = \frac{H - G}{G} \cdot g = \ominus.$$

Da der Winkel β stets sehr klein ist, so kann man ihn füglich ohne erheblichen Fehler immer gleich $\ominus$ setzen und daher die letzten vereinfachten Formeln auch dann in Anwendung bringen, wenn die Hebekraft $H > G$ und demnach g' nicht gleich $\ominus$, sondern grösser ist.

Bei der Geschwindigkeit v hat die Masse m die lebendige Kraft $L = \frac{1}{2} m v^2$.

Während nun die zur Fortbewegung erforderliche Kraft K in ihrer Formel den Faktor $\sin^3 \alpha$ aufweist, ist die Formel für L stets frei hiervon. Je kleiner also der Winkel α, d. h. die Flügelneigung zum Horizonte, desto

kleiner ist K bei noch so grosser Masse, da K von m unabhängig ist. Ist nun m bedeutend, oder mit anderen Worten, ist der Vogel gross und daher gewichtig, so kann seine lebendige Kraft die Arbeit der Fortbewegung während einer um so längeren Zeit, mithin auf einer um so längeren Wegstrecke leisten, je kleiner der Winkel α ist. Dies ist der theoretische Nachweis der praktisch sich stets zeigenden Thatsache, dass die Vögel ihre Flügel immer unter so kleinem Winkel gegen den Horizont neigen, dass er gewöhnlich gleich Null geschätzt wird; ferner, warum grosse Vögel viel leichter und dauernd dahin s e g e l n können.

Für die Hebekraft X steht die Sache etwas anders.

Nehmen wir den Fall des Gleichgewichtes zwischen der Hebekraft und dem Gewichte. Es fragt sich dann, bei welchem Winkel ist H am grössten? Die Antwort hierauf lautet: wenn $\alpha = 45^0$. Es ist nämlich zu erwägen, dass $a v^2 f \sin \alpha$ die Grösse der Kraft der anströmenden Luft selbst darstellt, n i c h t a b e r d i e A r t d e r V e r w e n d u n g a l s H e b e k r a f t. Dies Letztere, d. i. die Zerlegung in die Seitenkomponenten derart, dass hierbei das günstigste Resultat erzielt wird, stellt der Faktor $\sin \alpha \cos \alpha$ dar. Oder denken wir uns, um die Sache der Einsicht näher zu legen, es wirke eine von dem Winkel α unabhängige Kraft P auf die Fläche f unter sonst gleichen Umständen ein und wir frügen dann, in welchem Falle habe diese Kraft P die günstigste Wirkung mit Bezug auf H; so würde sich ergeben: $H = P \sin \alpha \cos \alpha = \frac{P}{2} \sin 2\alpha$. Hieraus $\frac{dH}{d\alpha} = \frac{P}{2} \cos 2\alpha$. Es ist nun $\frac{P}{2} \cos 2\alpha = 0$, wenn $\cos 2\alpha = 0$, d. i. $2\alpha = 90^0$ also $\alpha = 45^0$ ist. Da die zweite Derivirte negativ ist, so folgt, dass das Maximum wirklich für $\alpha = 45^0$ eintritt.

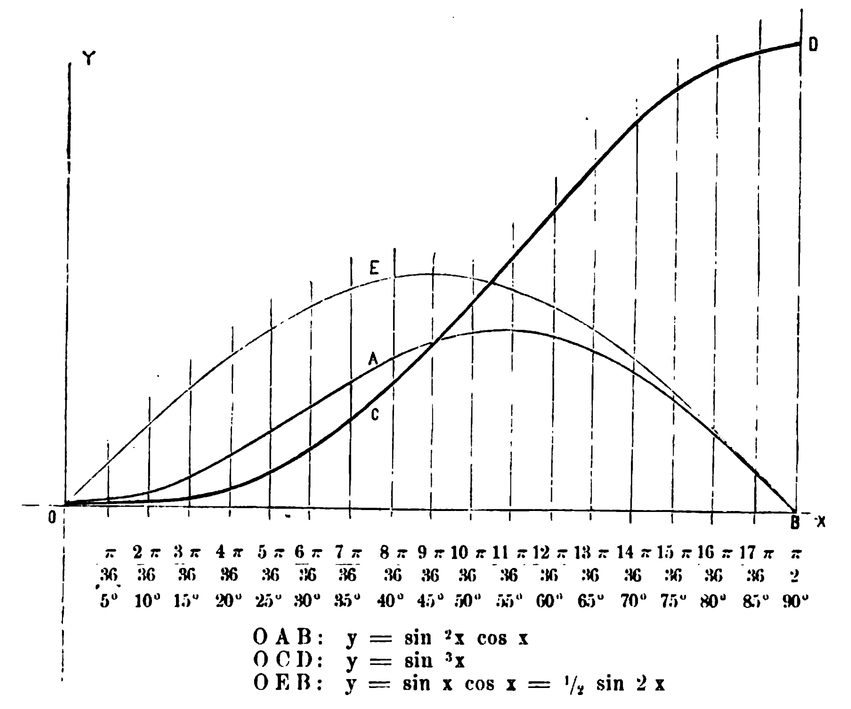
Wir könnten uns denken, eine Reihe elastischer Bälle stosse an die Flügelfläche und gäbe lebendige Kraft ab, so hätten wir zur Versinnlichung die von α unabhängige Kraft P und es gilt für diese der eben entwickelte Maximalwerth.

Ausser diesem Grunde will ich bald noch einen weiteren anführen, der auch dafür spricht, den Faktor $f \sin \alpha$ der Formel für H als konstante Grösse zu behandeln, da er in der That nur den Querschnitt des von der Flügelfläche getroffenen Luftprismas darstellt, also angesehen werden kann, als wäre der Flügel ein kleinerer von der Grösse $f \sin \alpha$.

Sucht man das Maximum nach $\sin^2 \alpha \cos \alpha$, so erhält man natürlich diesen Werth für $\alpha = 54^0 44'$, wie sich dies in Wellner's Schrift: „Ueber die Möglichkeit der Luftschifffahrt“ findet.

Es wäre also die Hebekraft am grössten, wenn der Flügel die Neigung von 45^0 zum Horizonte hätte und mit derselben die anströmende Luft auffangen würde; doch würde dadurch die Kraft K unverhältnissmässig gross werden, da sie mit dem K u b u s des Winkels wächst, so dass sie die

lebendige Kraft des Vogels sehr bald aufzehren würde, und das dauernde, ruhige Dahinsegeln wäre nicht möglich.



Wie die Kurven für die Grössen H und K zeigen (siehe Figur 2), so wächst K (dargestellt durch die Kurve OCD) bis 90°, wo erst sein Maximalwerth eintritt. Anfänglich (bis 15°) erfolgt das Wachsen sehr langsam, steigt aber weiter ungemein rasch.

Wenn H nach der Kurve OAB beurtheilt wird, d. h. wenn das Wachsthum nach der Variabeln $\sin^2 x \cos x$ erfolgt, so findet man, dass mit dem Neigungswinkel α (in der Zeichnung mit x bezeichnet) das Wachsen nicht so rasch zunimmt, als bei der Triebkraft K. Die Kurve für H ist nämlich viel mehr flach als die für K und nimmt von 55° (genauer 54° 44′) angefangen, sehr schnell ab. Beurtheilt man aber die Zunahme der Hebekraft nach der Variablen $\sin x \cos x$, d. i. $\frac{1}{2} \sin 2x$, so ist H überhaupt grösser und nimmt mit grosser Regelmässigkeit zu und ab, und das Maximum ist bei 45° (die Kurve ist dargestellt in OEB). Darum finden wir auch unsere Praktiker, die Vögel, nicht mit solcher Flügelstellung, d. h. ihre Flügel haben nicht die Neigung von 45° zum Horizonte, sondern die erforderliche Hebekraft wird bei so kleiner Flügelneigung, wie sie gewöhnlich ist, durch grössere Geschwindigkeit erreicht. Denn offenbar kann α um so kleiner sein, je grösser v ist und umgekehrt. Ueberdies ist ja auch die grösstmöglichste Schnelligkeit beim Vogel Zweck und die Kraft K wächst nur im quadratischen Verhältnisse der Geschwindigkeit.

Die Beschleunigung g' endlich, d. i. die Beschleunigung nach oben beim Erheben des Thieres hängt nur von H, mithin ebenfalls von der Geschwindigkeit v und dem Winkel α ab. Denn, je nachdem $H \gtreqless G$ ist, steigt, schwebt oder sinkt der Vogel.

Nach dem Vorangehenden ist nun leicht zu ermessen, auf welche Weise der Vogel seinen Zweck erreicht. Hat er Zeit genug, um sich gemächlich auf die gewünschte Höhe zu erheben, so wird der Winkel α klein und demnach kann die bewegende Kraft K auch klein sein und doch wird der Vogel, vorausgesetzt, die Geschwindigkeit sei hinreichend gross, sich erheben. Will er sich aber möglichst schnell erheben, so wird er dies erreichen, indem er die Flügel unter grossem Winkel zum Horizonte stellt, dagegen wird er jetzt eine grössere Kraft in Anwendung bringen müssen.

In beiden Fällen kann dies auch ohne Flügelschlag ausgeführt werden, wenn eben die lebendige Kraft gross genug ist.

Bisher galt immer die Voraussetzung, der Vogel fliege in ruhiger Luft dahin. Wie verhält es sich aber, wenn ein Wind weht?

Nehmen wir zunächst den Fall, der Wind sei für den Vogel ein Rückwind und habe die Geschwindigkeit w. Dies resultirt nun, gegen die Eigengeschwindigkeit des Vogels gehalten, offenbar die Geschwindigkeit $v - w$. Denn die Luft, welche wegströmt, strömt eben nicht hinzu. Hat also w einen noch so kleinen Werth, so drückt dieser alle unsere berechneten Grössen mit Ausnahme der lebendigen Kraft in ihren Werthen herab, da sie sämmtlich von v abhängen und dessen Werth durch w verkleinert wird. Die lebendige Kraft hängt nur strenge von der Eigengeschwindigkeit des Vogels ab, wie dies der Begriff der lebendigen Kraft besagt. Ist diese Herabminderung nun auch in Bezug auf die bewegende Kraft und die Arbeitsleistung ein günstiger Umstand, da letztere sogar im kubischen Verhältnisse mit der Geschwindigkeit schwindet, so ist es aber mit Bezug auf die Hebekraft und die Beschleunigung ungünstig. Wird nun gar die Windgeschwindigkeit gleich der Eigengeschwindigkeit des Vogels, also $v = w$ und somit $v - w = 0$, so haben sämmtliche Grössen bis auf g' die Werthe 0, es giebt also keine Hebekraft mehr, auch ist keine Arbeit zum wagrechten Fortbewegen zu leisten, die hebende Beschleunigung aber erhält den Werth:

$$g' = \frac{0 - G}{G} \cdot g = -g,$$

d. h. die hebende Beschleunigung hat den Werth der Acceleration unserer Erdschwere, jedoch negativ genommen, mithin wirkt nur mehr diese Schwere auf den Vogel. Will er sich also noch in der Luft erhalten, so muss er dies durch fleissigen Flügelschlag zu erreichen suchen, was aber, nach dem Früheren, um so schwerer ist, da der Flügelaufschlag keinen Gegenstrom der Luft vorfindet und daher nicht mehr hebend wirken kann. Der Vogel befindet sich also in der Lage, als ob er über einem fixen Punkte schweben

wollte, wie dies lauernde Raubvögel und Kolibris zuweilen thun. Dieses Schweben (Verharren) auf einem Punkte erfordert aber die allermeiste Arbeit der Flügel, mehr selbst als das Erheben.

Anders ist es aber beim Gegenwind. Die Geschwindigkeit der den Flügel treffenden Luft ist dann gleich $v + w$, also gleich der Eigengeschwindigkeit des Vogels, vermehrt um den Betrag der Windgeschwindigkeit. Denn ist die Luft in Ruhe, so hat der Vogel in einer Sekunde die Trägheit einer Luftmenge zu überwinden, die in einem prismatischen Raume enthalten ist, dessen Länge gleich v und dessen Basis gleich $f \sin \alpha$ ist. Weht aber dem fliegenden Vogel ein Wind von der Geschwindigkeit w entgegen, so ist, während der Vogel den Raum von der Länge v durchfliegt, zu gleicher Zeit, also in derselben Sekunde, auch die Luftmenge $w . f \sin \alpha$ in jenes Prisma eingeströmt. Der Vogel hat also auch noch die Trägheit dieser letzteren Luftmenge zu überwinden. Darum sagen wir, die Gesammtgeschwindigkeit sei $v + w$. Es verhält sich also die Sache mit Bezug auf den Widerstand so, als hätte der Vogel selbst die grössere Eigengeschwindigkeit $v + w$.

Mit der Zunahme der Geschwindigkeit auf diese Art, die ich künftighin die virtuelle Geschwindigkeit nennen will, nimmt eben die Eigengeschwindigkeit selbst nicht zu und daher kann die lebendige Kraft, wie früher schon erwähnt, nicht mit der virtuellen Geschwindigkeit gemessen werden, sondern bestimmt sich, ganz unabhängig von einem Rück- oder Gegenwinde, einzig und allein nach der Eigengeschwindigkeit v. Es ist dies wohl zu beachten!

Die übrigen Grössen aber hängen sämmtlich von dem Widerstande überhaupt, ob auf die eine oder andere Art hervorgebracht, also von der Geschwindigkeit $v + w$ ab; sie wachsen daher in diesem Falle in dem Verhältnisse wie $v^2 : (v + w)^2$, nur die Arbeit A im kubischen Verhältnisse.

Hiermit bin ich nun dahin gelangt, meine frühere Behauptung in Bezug auf den Vortheil einer grossen Masse beim Fliegen auch theoretisch und erschöpfender nachweisen können. Eine grosse Masse ist jetzt das geeignete Mittel, um über die Klippe hinweg zu helfen, die ein Gegenwind bildet. Und für Mücken und dergleichen Geschmeiss ist dies eine unüberwindliche Klippe; sie vermögen einem Winde niemals auf die Dauer zu widerstehen. Für Vögel „von Gewicht“ jedoch ist der Gegenwind in den meisten Fällen ein solcher Freund, wie es für den Seefahrer der Rückwind ist. Sehen wir uns die Sache etwas genauer an.

Die Hebekraft H wächst ganz so, als sei die Eigengeschwindigkeit des Vogels gleich $v + w$. Daraus folgt aber ohne Zweifel, dass der Vogel sich leichter in der Luft erhalten und sich auf grössere Höhen erheben kann, als ohne den Wind. Allerdings ist dann auch eine grössere Kraft K zur Fortbewegung erforderlich. Beide Wirkungen, die der Hebung und des grösseren Widerstandes in wagrechter Richtung, gelten jedoch nur unter der Voraus-

setzung, die Winkelstellung der Flügel sei dieselbe wie früher in der ruhigen Luft.

Beabsichtigt der Vogel also nicht die grössere Hebekraft direkt zum Erheben selbst auszunützen, so nützt sie ihm mittelbar, indem er, falls er nur in gleicher Höhe fortschweben will, die Winkelstellung der Flügel ändert und gegen den Neigungswinkel verkleinert, soweit, bis eben nur noch Schweben, nicht aber Heben erreicht wird. Mit dem kleineren Neigungswinkel fällt aber sofort die erforderliche fortbewegende Kraft K in ihrem Werthe herab und da diese Werthe im kubischen Verhältnisse des Winkelsinus abnehmen, so bedeutet eine Winkelverkleinerung schon eine bedeutende Kraftersparniss zur Fortbewegung. Diese Ersparniss zeigt sich dann darin, dass der Vogel auf einer viel längeren Wegstrecke, mithin längere Zeit hindurch, mit Hilfe seiner lebendigen Kraft segeln kann.

Und da durch die Verkleinerung des Neigungswinkels die Kraft K kleiner wird, so wird auch die Arbeit A kleiner.

Endlich folgt aus dem Gesagten, dass auch die Beschleunigung g′ durch den Gegenwind an Grösse zunimmt. Die Bedeutung desselben deckt sich jedoch vollkommen mit der der Hebekraft H.

Aus dieser Darlegung geht nun hervor, dass der Gegenwind eine günstige Wirkung für die Flugzwecke der Vögel haben kann, vorausgesetzt, dass er im Verhältnisse zur Masse des Vogels nicht zu stark, vielleicht orkanartig ist. Einem Winde aber, der selbst für unsere grössten Vögel schon zu heftig weht, müsste eine noch grössere Masse als die der Vögel entgegengesetzt werden, um seine Kraft dienstbar zu machen.

Die Beobachtung der Flugthiere bestätigt alle die hier theoretisch entwickelten Ergebnisse. Mit dem Winde fliegend, schlägt der Vogel seine Flügel kräftig und häufig und trachtet eine möglichst grosse Geschwindigkeit zu erreichen. Dies erscheint nun ganz erklärlich. Er muss nämlich bestrebt sein, die Geschwindigkeit des Windes so viel als möglich zu überbieten. Dieser Flug ermüdet ihn aber sehr bedeutend durch die häufigen Flügelschläge. Gegen den Wind aber ist der Flug viel langsamer, der Vogel bleibt oft förmlich auf Augenblicke stehen, ohne zu fallen und ohne den Flügel häufig zum Ausschlagen zu benutzen. Auch dies ist leicht erklärlich. So lange die lebendige Kraft seiner Masse dem Gegenwinde entgegengesetzt werden kann, muss ihn dieser heben, so dass die grosse Widerstandskraft des Windes fast alle Eigengeschwindigkeit des Vogels ersetzen kann und der Vogel seine Eigenbewegung bis zum letzten Blutstropfen, bildlich gesprochen, hingeben kann; deshalb das Stillstehen auf Augenblicke. Ich habe dies alles oft an Tauben, wenn sie einem schon sehr starken Winde entgegenfliegen, beobachtet.

Brehm sagt in seinem „Thierleben“ über den Zug der Vögel: „Der Gegenwind fördert denselben, während Rückwind ihn hindert, ja tagelang

unterbricht.“ Dieser Ausspruch stimmt genau mit meinen theoretischen Ergebnissen.

Eines Tages war ich mit einem erfahrenen Jäger im freien Felde und beobachtete einige Geier, die hoch in der Luft ihre Kreise zogen. Mein Gefährte bemerkte hierzu: „Das bedeutet Wind.“ — Wenn das, so schloss ich, Erfahrungsthatsache ist, so erklärt es sich damit, dass solche grosse Vögel meist nur bei einem Winde ziehen, um dessen Kraft zu benützen. Da aber die Luftströmungen gewöhnlich zuerst in den oberen Schichten auftreten und sich dann später erst am Boden fühlbar machen, so deutet ein Auftreten jener grossen Vögel den kommenden Wind an.

(Fortsetzung folgt.)

Luftreisen auf Seeland.

Von Ingenieur-Aëronaut G. **Rodeck.**

Unter meinen diesjährigen Luftreisen dürften vielleicht einige von Kopenhagen aus unternommene Fahrten Interesse erregen. Das berühmte „Sommer-Tivoli“ der dänischen Hauptstadt ist so zu sagen das „Luftballon-Eldorado“ der Skandinavier. Hier stiegen Coxwell, die Godards, Wels, Sivel auf und noch einige weniger bekannte, angehende Luftschiffer, die es mit einer Fahrt in der Regel „für immer“ bewenden liessen. Der italienische Aëronaut Tardini fand, von Kopenhagens Tivoli ausgehend, am 15. September 1851 seinen Tod in den Wellen der Ostsee; er fiel beim Niedergang in die See, nachdem man seine Frau und seinen Sohn schon glücklich gerettet hatte, über Bord und ertrank. Die Berliner Luftschiffer Gebrüder Damm wurden vor einigen Jahren, gelegentlich ihrer Luftreise vom Tivoli aus, nur mit Mühe von Fischerleuten in der Nähe der schwedischen Küste gerettet. Godard und Wels fielen hier mehrere Male in die See, wobei der Letztere einen grossen 3200 cbm fassenden Ballon verlor, der im Wasser einen Riss bekam und unterging; nur dem Umstande verdankten Wels sowie sein Assistent und Passagier die Erhaltung ihres Lebens, dass rings um die Gondel herum eine Anzahl leere, luftdichte Firniss-Blechkruken befestigt waren, so dass der Korb schwamm, bis ein Dampfer, durch Schusssignale aufmerksam gemacht, die Schiffbrüchigen rettete. Seelands Terrain-Verhältnisse sind für Luftschifffahrten überhaupt nur dann geeignet, wenn man über mindestens 200 kg Ballast und einen vollkommen dichten Ballon verfügt.

Am 29. August d. J. unternahm ich meine fünfte Luftreise vom Tivoli aus mit meinem Ballon „Mars“. Um $^3/_4$7 Uhr abends aufsteigend, ging der Aërostat, vor südlichem Winde laufend, quer über die Stadt und den Hafen, die Seefeste „Drey-Kroner“ rechts liegen lassend, parallel mit Seelands Küste in den Sund. Da in dieser Richtung kein Land liegt und mit derselben der Ballon voraussichtlich in das Kattegat gerathen musste, liess ich den „Mars“,

weil die Möglichkeit, höher oben eine günstigere Strömung anzutreffen, nicht ausgeschlossen war, in sehr kurzer Zeit auf zirka 3400 m Höhe steigen. Hier fand ich nur noch eine Temperatur von 4° C. vor; die Luft war sehr dick, mit ganz geringer Bewegung nach Norden, wobei ich ebenfalls keine Aussicht hatte, Land zu erreichen. Ein von mir abgesendeter Pilotballon machte einige Drehungen und fiel dann langsam zur Erde respective in's Wasser. Eine kurze Berechnung ergab, dass die im Sund liegende kleine Insel „Hveen" nicht zu treffen sei; dies und die eintretende Dunkelheit bestimmte mich, nunmehr sofort, in Sicht der Küste, den Niedergang in die See zu bewirken.

Da ein solches Ende der Fahrt vorauszusehen gewesen, so hatte ich vor der Abreise an den Gondelkorb mehrere Schweinsblasen, desgleichen zwei Gummi-Schwimmringe befestigt, welche auch die Gondel leidlich schwimmend erhalten haben würden, wenn nicht der Wind den Ballon fortwährend gestaucht hätte.

Durch Abschiessen eines Revolvers gelang es, einige Fahrzeuge auf den treibenden Ballon aufmerksam zu machen; ein grosses Ruderboot sowie einige Segelfahrzeuge kamen alsbald zu Hilfe. Die Annäherung an den heftig sich bäumenden Ballon war indessen nicht ohne Schwierigkeiten ausführbar. Ich befahl sofort, Taue an den Ring anzuschlagen, doch war die Verhandlung mit den nur dänisch sprechenden Leuten und die Ertheilung von Verhaltungsmaassregeln an dieselben für mich schwierig. Ohne dass ich es verhindern konnte, zogen mich dieselben in ein Boot und suchten alle in der Gondel befindlichen Gegenstände zu bergen. Der Ballon sollte in's Schlepptau genommen und nach der Küste geführt werden, als ihn plötzlich, während man sich dazu anschickte, ein Windstoss hoch riss, wobei das Segelboot wahrscheinlich gekentert wäre, wenn nicht die mit der Behandlung des Ballons unerfahrene Mannschaft das Tau losgelassen hätte. Der Aërostat erhob sich blitzschnell, mit dem nachschleppenden Stahlanker das Klüversegel zerfetzend, und war in wenigen Minuten in der Dunkelheit verschwunden.

Ich gedachte bei dieser Gelegenheit lebhaft des Aëronauten Sivel, welcher nach seiner Anwesenheit in Kopenhagen den „Wassersackanker" erfunden und eingeführt hat. Letzterer ist bei dergleichen Situationen im Wasser ganz unentbehrlich.

Einige Tage später nach der geschilderten Fahrt gelang es, den „Mars" in Schweden unweit der Stadt Lund wieder zu erlangen; er hatte sich in der Nähe einer Pulvermühle ruhig vor Anker gelegt.

Die nächste Fahrt, am 5. September, gestaltete sich durch die Eigenthümlichkeit der Windbewegung besonders interessant. Drei in Pausen von 5, 15 und 20 Minuten vor der Abfahrt aufgelassene Probeballons zeigten sämmtlich eine von S.O. kommende Windströmung. Der Ballon „Condor" stieg 6½ Uhr auf; bei der Fahrt sind folgende Notizen gemacht worden:

Zeit:	Barometer:	Doppelthermometer:	Wind:
6,37	745 mm	$10^1/_2$ ° C.	von S. O.
6,42	737 „	8 „	„ S. O.
6,57	730 „	$7^1/_2$ „	„ S. O.
7,00	723 „	$5^1/_2$ „	Windstille
7,12	714 „	5 „	Windstille
7,18	711 „	5 „	von N.

7,20 = Ventil gezogen, schneller Niedergang in zirka 6 Minuten.

Bei 723 mm Barometerstand konnte ich am nördlichen Horizont langgestreckte gelbweisse Wolken unterscheiden, welche von der Abendsonne magisch beleuchtet wurden. Der S. O.-Wind war sehr flau und bei letztgenanntem Barometerstand trat Windstille ein, so dass sich der „Condor“ nur unmerklich fortbewegte und genau über dem Kopenhagener Zentralbahnhofe still stand. Hier gelang mir ein interessantes Experiment, welches oft, bei jeder Fahrt ausgeführt werden sollte. An einem kleinen Flaschenzuge zog ich das Doppelthermometer in das Zentrum der Ballonkugel und konnte, mit Hilfe des Krimmstechers durch den Appendix sehend, konstatiren, dass die Temperatur, welche in der freien Luft in demselben Moment 5 ° C. betrug, in der Mitte des Ballons, der noch von der Sonne beeinflusst wurde, bald auf 21 ° C. sich erhöhte. Eine bei 711 mm Barometerstand erkennbare, sehr energische nördliche Luftströmung führte den Aërostaten zurück, so dass er einen Moment lang genau über dem Auffahrtsplatze stand. Der Wind wehte jedoch nach der See hin, ich beschloss daher zu landen und zwar mitten in der Stadt, — ein sehr einfaches, wenn auch nicht gefahrloses Manöver. In zirka 6 Minuten fallend, gelang es, ohne jeden Schaden in einem grossen Sandfilterbecken der städtischen Wasserwerke wohlbehalten die Landung auszuführen.

Bemerkenswerth durch ihren gefährlichen Ausgang ist vielleicht noch die Sattelfahrt, welche ich am Freitag, dem 10. September, ausführte.

Um $6^1/_2$ Uhr aufsteigend, nahm der Ballon, wie vorausgeschickte Probeballons schon gezeigt hatten, fast genau dieselbe Richtung, wie bei der Fahrt am 29. August, nur mit dem Unterschiede, dass der Wind eine grössere Schnelligkeit besass. Ausnahmsweise schnell steigend, erreichte der Ballon bald zirka 2000 m Höhe, wo die Windrichtung sich gegen alles Erwarten nicht änderte. In Folge dessen und der einbrechenden Dunkelheit ergab sich abermals die Nothwendigkeit, in die See niederzugehen, welche, vom Ballon aus gesehen, dichter Nebel zu bedecken schien. Der Sturz in das Wasser erfolgte mit grosser Heftigkeit und die Schwimmtour hätte wohl ein schlimmes Ende genommen, denn zwei im Gürtel hängende Ballastsäcke, welche ich, um nicht weiter zu fliegen, nicht abschneiden wollte, zogen mich unter Wasser, trotz des Schwimmgürtels. Verschiedene, zu helfen bemühte Segler vermochten nicht, den mit rasender Geschwindigkeit durch das Wasser schleifenden Ballon zu erreichen, welcher bei jedem Bogensprung mich tief

untertauchte, was mich körperlich sehr erschöpfte. Nach halbstündiger Schwimmtour gelang es einem grossen, von „Hveen" dem treibenden Ballon entgegenkommenden Kutter, mich in fast besinnungslosem Zustande durch ein mir zugeworfenes Tau an Bord zu hissen. Bald kamen noch zwei andere Segler heran, welche an die Steigbügel des Sattels Taue befestigten und auf der Windseite, hinter dem Ballon, Stellung nahmen, worauf ich den Sattel erst verlassen konnte, ohne abermals den Verlust des Ballons befürchten zu müssen. Letzterer wurde von den drei Segelfahrzeugen in's Schlepptau genommen und am anderen Morgen gegen 6 Uhr unweit von Kopenhagen gelandet.

Es bedurfte eines gründlichen Reinigungsprozesses, um den „Condor" wieder „fahrtüchtig" zu machen; er musste mehrere Male mit Süsswasser in- und auswendig abgespritzt und mit Oel abgerieben werden, konnte jedoch bereits wieder am 19. September eine grössere, sehr günstig verlaufene Reise ausführen.

Nachtrag der Redaktion. Ueber die oben geschilderten Fahrten des Herrn Rodeck vom 29. August und vom 10. September d. J. liegen uns auch Berichte des „Hamburger Fremdenblatt" vor, die wir hier folgen lassen:

1.

Aus dem „Hamburger Fremdenblatt" vom 2. September d. J.: „Der Aëronaut Rodeck stieg am 29. August, abends 7 Uhr, im „Tivoli-Etablissement" in Kopenhagen mit seinem Ballon „Mars" ohne jede Begleitung auf. Ein Publikum von über 10000 Menschen hatte der Auffahrt des kühnen Aëronauten, der schon vielfach glückliche Fahrten von diesem Etablissement aus unternommen hat, beigewohnt. Der Ballon erhob sich rapid und trieb mit heftigem Unterwinde sofort quer über die dänische Hauptstadt, den Weg über die Seefesten „Drei-Kroner" nehmend, in die See. Rodeck's Gefährte, Luftschiffer Ed. François, eilte per Droschke nach dem Hafen und folgte per Segelboot dem Ballon. Rodeck manövrirte und suchte mittels des wenigen Ballastes eine günstigere Luftströmung zu erreichen, jedoch ohne Erfolg. Die eintretende Dunkelheit veranlasste Rodeck, sich mit seinem Ballon in See fallen zu lassen. Der Aëronaut band seinen Schwimmring an dem Gondelkorb fest und kletterte, mit dem Revolver signalisirend, in den Netzring, während Ballon und Gondel, im Wasser schwimmend, vom Winde immer weiter getrieben wurden. Ein Segelfahrzeug und ein grosses Ruderboot bemerkten endlich den schwimmenden Ballon und es gelang nach vieler Mühe, an denselben heranzukommen. Der von Rodeck ausgeworfene Anker fasste nicht Grund und der Ballon drohte durch seine heftigen Schwankungen die Böte umzuwerfen. Rodeck, noch immer im Ring stehend, kommandirte auf deutsch und englisch die Mannschaft der Fahrzeuge zum Festhalten und befahl, Taue am Ring anzuschlagen. Inzwischen näherte sich auch François mit seinem Boote dem Ballon. Der gänzlich durchnässte Aëronaut wurde nun übergeholt auf eines der Fahrzeuge und der Ballon in's Schlepptau genommen. Ein heftiger Windstoss riss jedoch plötzlich den Ballon hoch, und um die Böte nicht zum Kentern zu bringen, liess trotz des Kommandos „Festhalten!" die Mannschaft den Ballon los. Der letztere riss mit dem Anker ein Segel entzwei und war in

wenigen Minuten im abendlichen Nebel verschwunden. Wie es den Anschein hat, ist der Ballon nach Schweden oder noch weiter in die Ostsee getrieben. Der gerettete Aëronaut kehrte mit dem Boote nach Kopenhagen zurück und wird nebst seinem Gefährten François mit einem anderen Ballon weitere Sattelfahrten unternehmen. Man hofft, den kostbaren Ballon, welcher nicht allzuweit geflogen sein kann, wieder zu erlangen."

2.

Aus dem „Hamburger Fremdenblatt" vom 14. September d. J.: „Am Freitag, 10. September, 6¼ Uhr abends, stieg der Luftschiffer Herr Rodeck zum dritten Male in diesem Jahre vom Kopenhagener „Tivoli" aus mit dem Sattelballon „Condor" auf. Ueber 9000 Menschen hatten sich im „Tivoli" versammelt, um dem Schauspiele beizuwohnen. Ein heftiger Südwest-Wind wehte schon seit morgens und liess allenthalben Befürchtungen über den Ausgang der Fahrt auftauchen. Am Nachmittag steigerte sich die Heftigkeit des Windes noch mehr und mit athemloser Spannung im Publikum wurden die letzten Vorbereitungen zur Abreise des verwegenen Aëronauten getroffen. Man war durch drei voraus gesandte kleine Probeballons schon zu der Ueberzeugung gelangt, dass der Wind diesmal wieder den Ballon jene unglückliche Richtung nach dem Kattegatt, über den Sund führen würde; so geschah es auch. Präzise 6¼ Uhr erhob sich der Ballon mit seinem kühnen Schiffer mit rapider, hier noch nie gesehener Schnelligkeit, von tausenden Hurrahrufen und Glückwünschen zu der gefahrvollen Tour begleitet. Rodeck stieg, hoffend, eine günstigere Luftströmung zu erreichen, bis 2480 m, ohne das erhoffte Resultat zu finden. Schwedens Festland konnte der Ballon mit diesem Winde nicht erreichen und es blieb dem Aëronauten keine Rettung in Aussicht, als die, sich abermals — wie vor Kurzem — in See fallen zu lassen und auf ein rettendes Fahrzeug zu hoffen. Eine Weile von der Küste von Seeland ab erfolgte der Sturz in das Wasser mit grauenhafter Heftigkeit. Der hohe Seegang und der starke Wind schleiften den Luftschiffer mit rasender Schnelligkeit durch die Wellen. Unter Aufbietung aller Kräfte bemühte sich Rodeck, auf dem Rücken schwimmend zu verharren und feuerte seinen Revolver ab, der schon beim dritten Schuss in Folge der Nässe versagte. Zwei Ballastsäcke, welche an Rodeck's Gürtel hingen, zogen den Mann mehr und mehr in die Tiefe. Im letzten Augenblick, als Rodeck schon beinahe besinnungslos war, gelang es endlich einem Segelkutter, dem versinkenden, vollständig erschöpften Luftschiffer ein Tau zuzuwerfen und ihn an Bord zu hissen. Dieses Unternehmen war sehr schwierig für die Bemannung des Fahrzeuges auszuführen, weil Rodeck, durch den in ähnlicher Situation erfolgten Verlust seines Ballons „Mars" veranlasst, der Mannschaft nicht diesen Ballon anvertrauen und den Sattel nicht verlassen wollte, obgleich ihm dies beinahe das Leben gekostet hätte. Der Kutter steuerte nun auf Kopenhagen zu, den Ballon in Schlepptau nehmend. Auf halbem Wege kam Rodeck's Gefährte, Luftschiffer François, ihm entgegen, mit zwei Fahrzeugen, einem Segel- und einem grossen Ruderboote. François ruderte nach dem Ventil und öffnete dasselbe wieder, so dass der Ballon schliesslich auf dem einen Segelfahrzeuge untergebracht werden konnte. Der hohe Seegang und der dichte Nebel auf dem Wasser erschwerten sehr die Bergungs-Arbeit und erst in der zwölften Stunde nachts trafen die Leute wieder in Kopenhagen ein, allerseits auf das Herzlichste begrüsst, da man Rodeck bereits mit Bestimmtheit verloren gegeben hatte."

Organisation des Militair-Luftschiffer-Dienstes in Frankreich.

Nach französischen Zeitungen ist nunmehr das Militair-Luftschiffer-Wesen in Frankreich vom Staate endgiltig organisirt worden. Der Bericht, welchen zuvor der Kriegsminister, General Boulanger, dem Präsidenten der Republik überreichte, hatte folgenden Wortlaut:

Paris, 19. Mai 1886.

Herr Präsident!

Die Fortschritte, welche in den letzten Jahren in der Konstruktion und in der Benutzung von Aërostaten für militairische Zwecke erreicht worden sind, haben zu wichtigen Resultaten geführt und scheinen in nächster Zukunft noch zu den grössten Hoffnungen zu berechtigen. Unter diesen Umständen erachte ich heute die Zeit für gekommen, den Militair-Luftschiffer-Dienst, welcher bis her ohne eine officielle Existenz war, in reglementarische Formen zu bringen. Der Vorschlag der Verfügung, die ich mich beehre, Ihrer Genehmigung zu unterbreiten, bestimmt die Principien der Organisation dieses neuen Dienstzweiges.

Das jetzige Etablissement von Chalais würde die Central-Anstalt bilden für weitere Studien, für eine Schule und eine Werkstatt. Ausserdem würden Luftschifferparks einzurichten sein. Die obere Leitung des Dienstes würde meinem Generalstabe anvertraut werden.

Einem Personal von speciell veranlagten Officieren und von den Genie-Regimentern gestellten Luftschiffertruppen würde die Ausführung des Dienstes anvertraut werden.

Wenn diese Dispositionen Ihre Zustimmung erfahren, würde ich Ihnen, Herr Präsident, dankbar sein, wenn Sie die hierunter zur Vorlage gelangende Verfügung durch Ihre Unterschrift rechtsgiltig machen wollten.

Genehmigen Sie, Herr Präsident, die Versicherung meiner vollsten Ergebenheit.

Der Kriegsminister.
gez. General Boulanger.

Hierauf ist folgender Erlass erschienen:

Verfügung betreffend Organisation des Militair-Luftschiffer-Dienstes.

Paris, 19. Mai 1886.

Der Präsident der französischen Republik bestimmt hiermit auf den Bericht des Kriegsministers:

Artikel 1. Der Militair-Luftschiffer-Dienst hat zum Gegenstande:

1) Studien, bezüglich der Konstruktion und der Anwendung von Ballons für die Zwecke der Armee.
2) Die Konstruktion, Aufbewahrung und Erhaltung des aërostatischen Materials.
3) Die Instruktion des militairischen Personals, welches für den Umgang mit den Ballons bestimmt ist.

Artikel 2. Das gegenwärtige Etablissement zu Chalais erhält den Namen eines Central-Etablissements für Militair-Luftschifffahrt; es umfasst eine Werkstatt für Studien und Versuche, eine Werkstatt für Anfertigung des Materials und eine Instruktionsschule. Ein specielles Personal ist demselben attachirt.

Artikel 3. Luftschifferparks werden in allen Regimentsschulen der Genietruppen eingerichtet und ebenso in gewissen Festungen, die der Kriegs-

minister bestimmen wird; eine Kompagnie eines jeden der vier Genie-Regimenter ist im Militair-Luftschiffer-Dienst zu unterweisen.

Artikel 4. Die Oberleitung des Militairluftschifferdienstes, sowie die unmittelbare Oberaufsicht über das Central-Etablissement steht dem Generalstabe des Kriegsministers zu.

Artikel 5. Eine besondere ministerielle Instruktion wird die Details der Organisation und die Art des Dienstbetriebes festsetzen.

Artikel 6. Der Kriegsminister ist beauftragt mit der Ausführung der vorliegenden Verfügung.

gez. Jules Grévy.

Geschehen zu Paris am 19. Mai 1886 durch den Präsidenten der Republik.

Der Kriegsminister.

gegengez. General Boulanger.

Ferner theilt „L'Avenir militaire“ in No. 1097 vom 16. August 1886 eine kriegsministerielle Verordnung für die französische Armee mit, wonach eine Kommission gebildet worden ist, welche alle die Luftschifffahrt berührenden Arbeiten prüfen soll. Diese Kommission ist folgendermassen zusammengesetzt: Präsident: General Savin de Larclause, Generalstabschef des Kriegsministers. Mitglieder: Oberstlieutenant Peigné, Unterchef des Kabinets des Kriegsministers; Kommandant Penel, Chef der II. Unter-Abtheilung der technischen Sektion des Generalstabes; Kommandant Alphen, Mitglied des Instituts; Kommandant Renard, Chef des Militair-Luftschiffer-Etablissements zu Chalais; Luftschiffer Tissandier, Hauptmann Brelet.

Der Letztere soll als Schriftführer fungiren. Die Kommission ist beauftragt, auch alle dem Kriegsministerium eingereichten Erfindungen bezüglich ihres Werthes für die Luftschifffahrt einer Prüfung zu unterziehen.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Organ der Wiener militairwissenschaftlichen Vereine. Wien, Verlag von R. v. Waldheim. XXXII. Band, 1886.

Dies Organ brachte, allerdings wohl verspätet, in dem „Bücher-Anzeiger“ ihres XXXII. (diesjährigen) Bandes eine nach dem Erscheinen des 1. Heftes des Jahrgangs 1885 der „Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt“ von dem Oberstlieutenant Volkmer geschriebene Besprechung, die wir hier nachträglich noch unseren Lesern mittheilen. Sie lautet:

„Welch' grosses Interesse die Frage der Luftschifffahrt im Allgemeinen, speziell die Lenkbarmachung des Luftballons besitzt, beweist, dass beinah in allen Grossstaaten Europa's Vereine von Technikern bestehen, welche mit grösstem Eifer, ohne sich durch verunglückte Versuche abschrecken zu lassen, insbesondere die Frage der Lenkbarmachung mit intensivem Interesse studiren. Bei der Wichtigkeit dieses Gegenstandes für Militairzwecke sehen wir daher auch thatsächlich eine Luftschifferschule zu Berlin, eine analoge unter Leitung der Kapitains Renard und Krebs zu Meudon für Frankreich und eine aëronautische Sektion unter Kommando des Generals Elsdale zu Chatham für England errichtet, woselbst eingehende Studien und Versuche, sowie Uebungen mit Personal durch geführt werden. (Seither wurden

aber nun auch schon derlei Militair-Versuchs-Detachements in Russland, Italien und Spanien kreirt.)"

„Der deutsche Verein zur Förderung der Luftschifffahrt zu Berlin besteht seit dem Jahre 1881, hat also bereits durch drei Jahre eine nicht zu leugnende erspriessliche Thätigkeit durch seine Zeitschrift auf diesem Gebiete zu verzeichnen und trachtet, was nicht genug gelobt und anerkannt werden kann, durch gediegene, wissenschaftlich gehaltene Artikel in der Zeitschrift, sowie durch Vorträge in den Sitzungen des Vereines die Grundsätze und Bestrebungen der Luftschifffahrt im Allgemeinen, speziell die Lenkbarmachung des Luftballons zum Gemeingute Aller zu machen. Wenn man das Hauptprodukt der Vereinsthätigkeit, die drei Jahrgänge der Zeitschrift, auch nur flüchtig durchblättert, so muss sich selbst der Unbefangene gestehen, dass in dieser Zeitschrift ein eminent kostbares Material niedergelegt erscheint, welches von den Sammlungen anderer, den gleichen Zweck verfolgender Korporationen in keiner Richtung übertroffen wird. Insbesondere muss hervorgehoben werden, dass der wissenschaftliche Geist sich wie ein rother Faden darin hindurchschlängelt und mit Beharrlichkeit jene Phantasiegebilde, welche nicht auf gesunder Basis entstanden sind, in den Hintergrund drängt. Das vorliegende erste Heft des vierten Jahrganges dieser Zeitschrift des oben genannten Vereines bringt wieder eine Reihe ganz interessanter und gediegener Artikel." (Hier folgt die Inhaltsangabe des genannten Heftes.)

„Wir können allen Freunden des Fortschrittes, speziell aber Männern, welche sich für die Luftschifffahrt und die Lenkbarmachung der Luftballons interessiren, diese gediegene und reichhaltig ausgestattete Zeitschrift auf das beste zur Anschaffung empfehlen. Oberstlieutenant Volkmer."

Allgemeine Sport-Zeitung. Wochenschrift für alle Sportzweige. Herausgegeben und redigirt von Victor Silberer in Wien. 1886. No. 33.

In No. 33 seiner Wochenschrift macht Herr Victor Silberer einige allgemein gehaltene, aber sehr absprechende Bemerkungen über einen neuerdings erfundenen Flugapparat, mit dem — wie Herr Silberer unserer Ansicht nach sehr zutreffend sagt — „aber Niemand fliegen kann". In der „Allg. Sport-Ztg." ist der Name des Erfinders dieser Maschine nicht genannt, es ist indessen von seiner Erfindung seit Monaten in der Presse — auch in unserer Zeitschrift — so viel die Rede gewesen, dass man nicht zweifelhaft sein kann, wer mit den Silberer'schen Bemerkungen gemeint ist.

No. 38 enthält ausser verschiedenen, anderen Zeitschriften entnommenen Notizen eine Klage des Herrn Silberer über unverschämte Forderungen, welche in Simmering wegen angeblich bei der Landung mit seinem in Wien aufgestiegenen Luftballon verursachter Flurschäden an ihn gestellt worden sind. Solche Erfahrungen, wie Herr Silberer in diesem Falle gemacht hat, sind von den in Berlin aufgestiegenen Luftschiffern schon sehr häufig gemacht worden. Bei der Landungsstelle sammeln sich, wenn dieselbe in der Nähe einer Stadt oder auch nur eines Dorfes ist, fast immer grössere Menschenmassen, die von allen Seiten und zwar „wie toll quer über die bewachsenen Felder" zusammenlaufen und den Luftschiffern scheinbar hülfreiche Hand leisten wollen, dabei aber in der Regel nur lästig sind, oft sogar den Ballon beschädigen, dessen ungeachtet jedoch stets „Trinkgelder" verlangen. Den Flurschaden, den diese Leute verursachen, soll dann der Luftschiffer bezahlen und da

der Grundeigenthümer auch noch sein „Geschäft“ machen will, so fordert er natürlich wo möglich den dreifachen Werth des Schadens. Wir wissen mehrere Fälle, in denen aus solchen Forderungen Prozesse entstanden. In einem Falle wurde auch ein sehr bekannter Berliner Luftschiffer, bei dessen Landung in gleicher Weise Menschenmassen zusammengelaufen waren, wegen Verübung „groben Unfugs“ von einem Amtmanne denunzirt. Auf Grund dieser Denunziation wurde sogar eine Anklage erhoben, die Sache endete aber, wie vorauszusehen gewesen, mit der Freisprechung des Luftschiffers. Die Geschichte klingt vielleicht kaum glaublich, aber sie ist wirklich erst vor zwei Jahren geschehen; wir könnten die Namen der betheiligten Personen nennen.

In No. 40 theilt Herr Silberer ein ihm zugegangenes Schreiben mit, dessen Verfasser eine Idee angiebt, durch deren Verwirklichung seiner Meinung nach ein Luftballon lenkbar zu machen sein würde. Das ganze Schreiben kann höchstens als ein Kuriosum betrachtet werden. Wollte der „Deutsche Verein zur Förderung der Luftschifffahrt“ alle ihm im Laufe der Jahre eingesandten Schriftstücke solcher Art drucken lassen, so würde er damit dicke Bände füllen. An dergleichen „Erfindungen“ von Leuten, denen meistens alle Vorbedingungen fehlen, um überhaupt in der Sache mitsprechen zu können, hat der eben genannte Verein nur die eine interessante Erfahrung gemacht, dass, wie die Akten des Vereins erweisen, in den „Erfindungen“ stets eine bestimmt abgegrenzte Anzahl von mehr oder weniger unausführbaren, auf falschen Voraussetzungen beruhenden Grundideen mit geringen Abänderungen wiederkehrt, obgleich die „Erfinder“ unzweifelhaft gänzlich unabhängig von einander gedacht und gearbeitet haben. So kann auch das in No. 40 der „Allg. Sport-Ztg.“ Mitgetheilte keinen Anspruch auf eigentliche Neuheit der „Erfindung“ machen. —u.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel. Hureau de Villeneuve. 19. Année. No. 8, Aout. Paris 1886.

H. Hervé: Von den Auffahrten über See im Diensten der Meteorologie. Der Verfasser bezeichnet zweierlei Arten von Auffahrten als für die Meteorologie von Wichtigkeit, nämlich solche zu grosser Höhe und solche von langer Dauer. Erstere müssten nothgedrungen über Land stattfinden, letztere aber liessen sich nur über See verwirklichen, da dort die störenden Einflüsse des ungleichen Untergrundes fortfielen. Er zählt, auf frühere Arbeiten Bezug nehmend, 15 Punkte auf, die zu Gunsten der übermeerischen Fahrten sprächen. Eine nähere Beschreibung der in Anwendung zu bringenden Apparate verschiebt er, bis er sie bei der Auffahrt, zu der er sich augenblicklich vorbereitet, ausgeführt haben wird. — A. Goupil: Anemometer für Drachen. Der fragliche Apparat wird an beliebiger Stelle an dem Haltetau befestigt und giebt durch die Zahl der Umdrehungen seiner Trommel die Geschwindigkeit des Windes an, indem auf 4 bis 14 Meter Geschwindigkeit 40 bis 140 Umdrehungen kommen. Bei jeder Umdrehung tönt eine Glocke, auch erkennt das Auge die Bewegung, da die Trommel auf der einen Seite weiss, auf der entgegengesetzten schwarz gefärbt ist. Der Apparat ist der Sicherheit wegen vorher auf bekannte Geschwindigkeiten zu aichen. — P. Valer: Geschwindigkeit und Länge des Weges. Ein lenkbarer Ballon legt mit gegebener aufgespeicherter Arbeitsmenge den grössten Weg gegen den Wind zurück, wenn seine Geschwindigkeit das anderthalbfache der Windgeschwindigkeit beträgt. G.

Neue Schriften zur Luftschifffahrtskunde.

Gaston Tissandier, la navigation aérienne. Paris, librairie Hachette et c^ie^ 1886. Enthalten in der Bibliothèque des merveilles von E. Charton. Klein 8. 326 Seiten und 98 Figuren.

Ein durchaus empfehlenswerthes Buch, das jedem Leser durch die klare, aber allerdings sehr knappe Darstellung, wie auch durch die umfassende Vielseitigkeit in hohem Masse gefallen wird.

Es besteht aus vier Theilen. Der erste behandelt die Luftfahrtsbestrebungen bis zu den Gebrüdern Montgolfier, also die Sagen von fliegenden Männern, die Flugversuche vom XV. bis XVIII. Jahrhundert, wobei Leonardo da Vinci mit seinen der Zeit weit vorausgeeilten Gedanken fast ein ganzes Kapitel beansprucht, die Idee der Ballons, der fliegenden Wagen und schliesst mit der Erfindung der Aërostaten durch die Montgolfiers. Man liest mit grossem Interesse, wie nahe der Engländer Tiberius Cavallo der gleichen Erfindung war, wie er an Erkenntniss weit über jenen stand, aber wie seine wohlberechneten Versuche an dem starken Durchdringungsvermögen des Wasserstoffs scheiterten.

Es ist höchst wahrscheinlich, wenn Montgolfier ursprünglich eine richtige Vorstellung von der Sache gehabt und daher den besten Träger, den Wasserstoff, statt der erwärmten Luft genommen hätte, so würden seine Versuche ebenso ergebnisslos verlaufen sein, wie die Cavallo's und auch beinahe die ersten des Physikers Charles. Dies ist ein lehrreiches Beispiel, wie einem Erfinder unter Umständen der Mangel an Erkenntniss helfen kann.

Der zweite Theil handelt vom Fluge der Körper, welche schwerer als Luft sind, und bespricht daher den Flug der Insekten und Vögel, und dann der Reihe nach Maschinen mit schlagenden Flügeln (Orthoptere), mit Hubschrauben (Helikoptere), Drachen, Fallschirm und Drachenflächen mit Triebschrauben (Aëroplane), indem jeder Gedanke von seinen ersten nachweisbaren Vertretern bis zu den jüngsten Vertheidigern verfolgt wird.

Wir glauben, dass gerade dieser Theil vielen Lesern hochwillkommen sein wird. Es ist dem Rezensenten wenigstens im Augenblick kein Buch gegenwärtig, das die einschlägigen Bestrebungen so übersichtlich und im Zusammenhange behandelte.

Der dritte Theil führt uns die Bestrebungen vor, den Ballon lenkbar zu machen. Ausgehend von den ersten kindlichen Bemühungen, den Ballon mit Segeln zu lenken, macht uns der Verfasser bekannt mit den Versuchen, den Ballon mittelst einer schiefgestellten Segelfläche während des Steigens oder Fallens vorwärts zu treiben, ebenso mit der Idee, die in verschiedenen Höhen über der Erde etwa vorhandenen verschiedenen Luftströmungen bewusstermassen zu benutzen und schildert schliesslich das Aufdämmern richtiger Vorstellungen über die Fortbewegungsmöglichkeit des Ballons und das Aufkeimen der Frage nach einem geeigneten Motor. Dies führt dann naturgemäss zu dem

Vierten Theil, in dem von den Schraubenluftschiffen erzählt wird. Da dies die neuste und erfolgreichste Erscheinung auf dem aëronautischen Gebiete ist, so wird dieser Theil vielleicht am meisten fesseln, wenngleich, subjectiv gemessen, dies Interesse einigermassen herabgemindert ist, durch die Menge von Berichten, die über diese Ereignisse bereits erschienen sind, und zwar in erster Reihe von G. Tis-

sandier selbst in seinem Buche „les ballons dirigeables". Immerhin mussten diese wichtigen Sachen mit gebührender Ausführlichkeit behandelt werden.

Am schwächsten scheint uns der dritte Theil. Das Buch ist ja doch ein historisches, dann durften auch im Abschnitt 3 des dritten Theiles nicht Namen fehlen, wie der Templer's, Wellner's und anderer. Ebenso sind, wie auch schon in dem obigen Buche, die Versuche Haenleins mit Stillschweigen übergangen.

Der Verfasser spricht sich in dem Vorworte nicht über den Zweck seines Buches aus; es ist thatsächlich ein geschichtliches — theoretische Erörterungen fehlen — und hat als solches seine Verdienste, indem, wo irgend möglich, die authentischen Berichte wiedergegeben werden. Bei der im Uebrigen beobachteten Knappheit einerseits und Vielseitigkeit andererseits dürfte man füglich auch eine leidliche Vollständigkeit erwarten, woran der Charakter einer populären Darstellung nichts ändern kann.

Wir müssen sie leider vermissen, namentlich für die jüngste Zeit, ebenso auch ein alphabetisch geordnetes Namens- und Sachregister. Dennoch bleibt das Tissandier'sche Werk, alles in allem, wie schon aufangs gesagt, sehr empfehlenswerth, zumal auch als Ergänzung verwandter Bücher von anderer Tendenz. Gerlach.

Protokoll
der am 11. September 1886 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: i. V. Gerlach.

Tagesordnung: Vortrag des Herrn Mödebeck über das Ballonfahren auf Grund der Renard'schen Prinzipien; Beschlussfassung über einen Antrag des Herrn Kühl, betreffend die Freiexemplare der Autoren; Bericht der technischen Kommission; Geschäftliche Mittheilungen.

Die Verhandlungen begannen mit dem Vortrage des Herrn Mödebeck: „Das Ballonfahren auf Grund der Renard'schen Prinzipien", der zugleich durch Vorlegung von Grund- und Aufriss einer unter Beachtung dieser Prinzipien ausgeführten Ballonfahrt ein erhöhtes Interesse gewann und eine lebhafte Diskussion zur Folge hatte.

In dem geschäftlichen Theile gelangten zunächst zur Anzeige die Anmeldungen der Herren: Caro, Fabrikbesitzer und Ingenieur in Gleiwitz, und Rassmann, Kreisbaumeister in Pr. Stargard. Dieselben wurden am Schluss der Sitzung als Mitglieder verkündet.

Alsdann wurde Kenntniss genommen von den Zusendungen und Zuschriften des Vereins, unter denen hervorzuheben ist:

Rivista maritima, Juni bis August 1886.
Meteorologische Zeitschrift, Juni-Juli.
v. Wechmar, der Wechmar'sche Flugapparat.
Ein längerer Aufsatz des Herrn Platte aus Wien.
Schreiben der Herren: Robertson aus Neumünster, Keiper aus Cassel, Beck aus Donauwörth.

Nachdem der Verein noch eine Mittheilung des Herrn Kühl entgegengenommen, unterzog der Vorsitzende das oben genannte Wechmar'sche Buch einer kurzen Besprechung und verkündete dann unter Zustimmung der Versammlung den 9. Oktober als Tag der nächsten Sitzung, worauf er die gegenwärtige schloss.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Gneisenau-Strasse 28.
Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

V. Jahrgang. 1886. Heft X.

Beitrag zur Erklärung des Segelfluges der Vögel.

Vortrag in der Vereinssitzung vom 12. November 1886 von **Edm. Gerlach.**

Man unterscheidet bekanntlich zwei Arten des Fluges bei den Vögeln, den Ruderflug und den Segelflug. Bei dem ersteren werden die Flügel auf und nieder oder überhaupt in irgend einer Weise hin und her bewegt, wie bei dem Ruder eines Bootes. Dadurch wird gegen die Unterfläche der Flügel ein Druck der Luft erzeugt, dessen senkrechte Komponente dem Gewichte des Vogels, dessen wagerechte aber dem Widerstande der Luft gegen die Fortbewegung durchschnittlich das Gleichgewicht hält. Bei dem letzteren hingegen sind die Flügel einfach nach den Seiten ausgestreckt und werden, von ganz vereinzelten, gelegentlich eingelegten Flügelschlägen und etwaigen Stellungsänderungen beim Wenden abgesehen, allem Anscheine nach vollkommen regungslos gehalten. Während jener Flug seinem Wesen nach recht gut verständlich ist und man sich ausser über Einzelheiten der Bewegungsform höchstens über die Grösse der dabei vom Vogel verausgabten Arbeit streitet, so erscheint dieser noch ziemlich in Dunkel gehüllt. Denn wie kann es wohl möglich sein, dass sich ein Körper, ohne selbst Arbeit zu leisten, dauernd in der Schwebe erhalte?!

Ein Vogel mit ausgebreiteten Flügeln findet in Richtung seiner Längsaxe[1]) bei der Bewegung einen viel geringeren Widerstand, als senkrecht

[1]) Man kann beim Vogel ähnlich wie beim Turner unterscheiden Längsaxe, Breitenaxe und Tiefenaxe; das erste die Verbindungslinie von Kopf und Schwanz, das zweite der Schultern, das dritte eine zu beiden senkrechte Grade.

dazu, d. h. als in Richtung der Tiefenaxe. Daher wird die Bewegung, ganz wie bei einer geworfenen flachen Scheibe, überwiegend in jener Richtung stattfinden. Dennoch muss die Verschiebung des Körpers nach der zweiten Richtung immerhin noch so gross sein, dass der dadurch erzeugte Widerstand dem Gewichte des Körpers mindestens gleichkommt.[2]) Wenn daher ein Vogel mit horizontal gestellter Flugfläche[3]) dahingleitet, so wird seine Geschwindigkeit nicht wesentlich geändert, — wenn wir nämlich der Einfachheit halber von dem Widerstande in Richtung der Längsaxe absehen — weil ja die Schwerkraft senkrecht zur Flugfläche wirkt; aber es findet ein beständiges Sinken statt, dessen Betrag durch die Gleichheit von Gewicht und Widerstand gegen die Flugfläche bedingt ist.

So zum Beispiel lässt es sich gar nicht vermeiden, dass ein in der angegebenen Weise mit einer Geschwindigkeit von 12 Metern dahinschwebender Bussard in der Sekunde um etwa $^3/_4$ Meter sinkt.[4]) Setzt er diese Bewegung eine genügende Zeit hindurch gleichmässig fort, sei es gradlinig, sei es in Spiralen, so muss er unfehlbar zu Boden sinken. Zwar würde er bei einer anfänglichen Höhe von 100 Metern die Erde erst nach 133 Sekunden erreichen und, da er bei gradliniger Bewegung in derselben Zeit 1600 Meter zurückgelegt haben würde, so müsste er zweifellos schon lange dem Auge des Beobachters entschwunden sein, ehe noch das Sinken deutlich erkennbar wäre. Eine Schwebeerscheinung dieser Art von eng begrenzter Zeitdauer kann nicht als Segelflug bezeichnet werden, von dem man dem Begriffe nach fordern muss, dass er sich so lange fortsetze, als die bedingenden Umstände andauern. Sie ist vielmehr eine reine Fallschirmwirkung, ein verzögertes Fallen. Am allerwenigsten ermöglicht dieselbe ein Aufsteigen zu immer grösserer Höhe.

Allerdings kann sich der Vogel ohne Flügelschlag kurze Zeit hindurch in gleicher Höhe erhalten oder sogar schräg ansteigen, indem er seine Flugfläche schräg aufwärts stellt. Indessen geschieht das nur auf Kosten seiner Geschwindigkeit. Ist diese bis zu einem gewissen Grade[5]) aufgezehrt, so entgeht er seinem Schicksale, zu sinken, in keiner Weise, ja er würde jetzt

[2]) Man kann diese Bewegung passend vergleichen mit der eines Segelbootes bei Seitenwind. Obgleich die Geschwindigkeit in Richtung des Kieles bei Weitem vorherrscht, so findet doch, wie jeder Segler weiss, ein Abtreiben senkrecht dazu statt. Dieses muss so stark werden, bis der dadurch erzeugte Widerstand gleich der zur Kielrichtung senkrechten Komponente des Segeldruckes ist.

[3]) Der mit ausgebreiteten Flügeln schwebende Vogel erfährt gegen seine Unterseite von der Luft einen Druck. Die Normalebene der Druckrichtung ist im Obigen unter „Flugfläche" verstanden.

[4]) Vergleiche: Gerlach, Ableitung gewisser Bewegungsformen geworfener Scheiben etc. Jahrg. V. 1886, Heft III, Seite 81 (Tabelle), dieser Zeitschrift.

[5]) Diese untere Geschwindigkeitsgrenze ist z. B. für diomedea exulans (Albatross) 10,4 Meter; haliaëtus albicilla (Seeadler) 8,3; corvus corax (Rabe) 6,8; cypselus apus (Mauersegler) 5,6; buteo vulgaris (Bussard) 5,46.

infolge der verringerten Gleitgeschwindigkeit nur um so früher den Boden erreichen.

An diesem Ergebnisse ändert sich nichts Wesentliches, wenn man den Widerstand, den der Vogel von vorn erfährt, mit in Rechnung zieht. Im Gegentheile liegt die Sache dann noch ungünstiger, da jener Widerstand fortwährend an der vorhandenen Bewegung zehrt.

Wie in aller Welt fängt es der Vogel an, den Verlust an Geschwindigkeit stets wieder zu ersetzen?

Die Bewegung oder Geschwindigkeit, von der wir sprechen, ist selbstverständlich immer nur die in Bezug auf die umgebende Luft, d. h. die relative Geschwindigkeit des Vogels gegen die Luft. Mag letztere also eine überall gleichmässige horizontale Eigenbewegung haben, welche sie wolle, so ändert das an dem bisher Gesagten gar nichts. Zwar würde der Flug, von der Erde aus gesehen, verändert erscheinen, nicht aber für den Beobachter, der im Ballon die Bewegung der Luft mitmacht.

Somit scheint aus dem Bisherigen die Unmöglichkeit, dass ein Vogel sich dauernd ohne Flügelschlag schwebend erhalten kann, zu folgen.

Während daher Leute, die viel in Wald und Feld oder auf der See sich umgesehen haben, den Segelflug als etwas ganz Alltägliches und daher Selbstverständliches kennen, das keiner Erklärung bedürfe, so ist ein jeder Mathematiker, den man darum befragt, von vornherein geneigt, die Existenz einer solchen Flugart überhaupt zu leugnen und angebliche Beobachtungen derselben für unerkannt gebliebene Fallschirmerscheinungen zu erklären, ein Standpunkt, der seine Berechtigung hat. Denn es ist gewiss richtig, erst die Thatsache über jeden Zweifel sicherzustellen, ehe man sich um ihre Erklärung bemüht. So oft man aber auch Vögel, besonders gewisse Raubvögel, selbst in der Nähe der Grossstadt kreisen sieht, so selten ist der Sachverhalt so augenscheinlich klar, um einen ungläubigen Thomas zu überzeugen. Bei der in vielen Fällen an Unmöglichkeit grenzenden Schwierigkeit, die Höhe eines vom Auge erspähten kreisenden Raubvogels zu schätzen, bedarf es schon einer viele Minuten währenden Sichtbarkeit oder anderer besonders günstiger Umstände, um einen Verlust oder Gewinn an Höhe zu konstatiren.

Daher sei es gestattet, ein beweiskräftiges Beispiel anzuführen, bei welchem das Schweben absolut nicht als ein verkapptes Sinken aufgefasst werden kann. Der Verfasser selbst erblickte gelegentlich zusammen mit einigen Herren am hellen, heissen Mittage beim Heraustreten aus dem Walde am Rande desselben in unmittelbarer Nähe ein Paar Bussarde in halber Höhe der Bäume schweben. Unwillkürlich blieb ein jeder stehen und schaute andächtig zu, wie jene gewandt hin- und herglitten und nur gelegentlich ganz vereinzelt mit den Flügeln schlugen, bis es mit einem Male jedem zum Bewusstsein kam, dass sie inzwischen scheinbar ganz klein geworden waren, obgleich sie stets über derselben Stelle blieben, und dass sie sich

schon weit über die Baumhöhe emporgeschwungen hatten. Das war also wirklicher Segelflug und, da die Wirklichkeit bekanntlich der Beweis der Möglichkeit ist, so ist kein Zweifel mehr, dass es manchen Vögeln unter gewissen Umständen möglich ist, sich ohne Flügelschlag nicht nur schwebend zu erhalten, sondern sogar zu grösserer Höhe zu erheben.

Wir sahen oben, dass ein bewegungsloser Körper in ruhender, aber ebenso auch in gleichförmig horizontal strömender Luft unabwendbar zu Boden sinken muss. Also müssen die segelnden Vögel entweder unbemerkt mit den Flügeln arbeiten oder aber die Luft strömt in anderer, als der angegebenen Weise.

Was nun die erstere Möglichkeit anbetrifft, so wäre es ja an und für sich wohl denkbar, dass der Vogel, während er die Flügel als Ganzes stillhält, die einzelnen Schwungfedern in ähnlicher Weise spielen lässt, wie ein auf dem Rücken oder dem Bauche gestreckt liegender Schwimmer die flachen Hände schräg hin und her bewegt — „tellert“ — und damit den Körper über Wasser erhält und forttreibt. Ob die Anatomie des Vogels diese Annahme überhaupt gestattet, ist dem Verfasser nicht bekannt. Die Beobachtung scheint nicht dafür zu sprechen und überdies muss man bezweifeln, dass durch eine so geringfügige Bewegung diejenige Arbeit geleistet werden kann, welche erforderlich ist, um das beständige Sinken des Vogels wieder aufzuheben.

Somit kommt man zu der Ueberzeugung, dass geeignete Luftströmungen die unumgängliche Vorbedingung dauernden Segelfluges sind. In der That stimmen auch sehr viele Beobachter darin überein: Je schlechtere Segler, desto bewegtere Luft ist nöthig, je grössere Segelfläche, desto geringere Ansprüche in dieser Hinsicht, in ruhender Luft überhaupt kein Segelflug.[6])

Eine Art der Luftbewegung erkennt man sofort als geeignet, um diesen Flug dauernd zu erhalten, nämlich die aufsteigende, allgemeiner eine solche, deren Richtung von der Horizontalen nach oben hin abweicht. Wir sahen früher, dass ein Bussard bei einer Geschwindigkeit von 12 Metern in der Sekunde um etwa $^3/_4$ Meter sinkt. Offenbar ist es für den Druck, den die Unterfläche des Körpers von der ausweichenden Luft empfängt, vollkommen gleichgültig, ob der diesen Druck erzeugende Strom durch das Sinken des Bussards oder durch das Aufsteigen der Luft erzeugt wird. Beide Male hält dieser Druck dem Körpergewichte die Waage. Also gestattet

[6]) Siehe z. B. Müllenhoff: Die Grösse der Flugflächen, Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. XXXV., Seite 427. „Bei allen diesen Thieren ist die Segelgrösse so bedeutend, 5—6, dass es nur einer geringen Windstärke bedarf, um die Thiere selbst ohne Flügelschlag in der Luft zu erhalten, und zwar ist die zum Kreisen erforderliche Windstärke um so kleiner, je grösser die Segelgrösse ist.... So sieht man, dass die Krähen, der Sperber und der Hühnerhabicht nur bei frischer Brise kreisen können, während die Bussarde und der Milan, die Störche und grossen Geier auch bei schwacher Luftbewegung diese bequemste aller Bewegungsarten anwenden können“.

eine Luftströmung, deren Vertikalkomponente $^3/_4$ Meter beträgt, jenem Bussard, sich dauernd ohne Flügelschlag in gleicher Höhe zu erhalten. Ja, wenn er mit einer relativen Geschwindigkeit von 15 bis 20 Metern dahinglitte, würden statt der $^3/_4$ Meter schon $^2/_3$ bis $^1/_2$ Meter ausreichen.[7])

Ohne Zweifel giebt es viele Umstände, welche eine derartige Luftbewegung veranlassen. Starke Erhitzung des Bodens durch die Sonnenstrahlen erwärmt auch die darüber lagernde Luft, verdünnt und hebt sie. Wenn dann Bodenstriche, welche der Erwärmung durch die Sonnenstrahlen in sehr verschiedenem Maasse ausgesetzt sind, aneinander grenzen, wie z. B. sandiger Haideboden und die Wasserfläche eines Sees u. s. w., so dürften wohl lebhafte örtliche aufsteigende Luftbewegungen entstehen, dass sie das Schweben ohne Flügelschlag gestatten. Dergestalt möchte wohl das Aufschweben der Bussarde, das wir oben als Beweis für die Existenz des Segelfluges erzählten, aufzufassen sein. Denn einerseits war von Wind kaum etwas zu spüren und andererseits hielten sich jene Thiere trotz der störenden Nähe der Menschen mit grosser Hartnäckigkeit über derselben Stelle des Bodens, einem abgeholzten Schlage am Rande des Waldes, gleichsam als wären sie für das Emporsteigen unter den augenblicklichen Umständen durchaus an jene Stelle gebunden gewesen.

Aufsteigende Luftströmungen können auch sonst auf mancherlei Weise erzeugt werden. Jeder Wind, der auf ein Hinderniss stösst, sei es hochstämmiger Wald, sei es eine Dünenreihe, sei es endlich eine Bergkette, muss nach oben hin ausweichen, um über das Hinderniss hinweg zu fliessen. Ueberhaupt wird jede Stauung eines sonst horizontalen Stromes ein Aufquellen desselben veranlassen. Wir wollen aber nicht weiter mit Aufzählung solcher Möglichkeiten ermüden. In allen diesen Fällen gewinnt die Bewegung eine Vertikalkomponente nach oben, die bei genügender Grösse den Segelflug unterhalten kann. Ohne Zweifel besitzen die dafür veranlagten Vögel ein sehr feines Empfinden, ob ihnen eine Strömung für das Schweben von Vortheil ist und, wenn sie eine solche angetroffen haben, so werden sie in derselben so lange hin und her schweben, als es ihnen gefällt.

Ein Hin- und Herschweben ist aus dem Grunde angezeigt, weil bei gradlinigem Fluge eine örtlich eng begrenzte Strömung bald durchquert sein würde. Aber es giebt auch Fälle, in denen das nicht geschieht, Fälle, die für den Beobachter gewiss äusserst fesselnd sind. So berichtet ein bekannter englischer Physiker von einer Möwe, welche auf dem vom Segel aufsteigenden Luftstrom fast regungslos schwebend das Schiff begleitete. In diesem Falle hatte sie ihre Widerstandsfläche nach vorn und nach unten, sowie die Neigung gegen die Horizontale so abgeglichen, dass ihre Fluggeschwindigkeit genau gleich der relativen Geschwindigkeit des Windes gegen das Schiff und

---

[7]) Vergleiche über die Sinkverminderung infolge der Gleitgeschwindigkeit des Verfassers oben citirten Aufsatz, Seite 79.

ihre Sinkgeschwindigkeit gleich der aufsteigenden des Luftstromes war, auf dem sie schwebte. Auch Verfasser erinnert sich, einen unserer Raubvögel bei starkem gleichförmigen Winde minutenlang festgebannt wie einen Drachen gesehen zu haben. Aber in diesem Falle fand wohl kein bemerkenswerthes Aufsteigen der Luft statt. Dann würde auch die Normalverschiebung oder das allmähliche Sinken des Vogels nicht aufgehoben und blieb nur wegen der bedeutenden Höhe längere Zeit unmerklich.

Wie man aus dem Bisherigen sieht, erklärt sich das dauernde Schweben ohne Flügelschlag am einfachsten aus dem Vorhandensein einer aufsteigenden Luftströmung. Aber man darf sich doch dem gegenüber auch nicht verhehlen, dass für die Erklärung der fraglichen Erscheinung eine ziemlich grosse Geschwindigkeit des Aufsteigens der Luft verlangt wird, dass ferner der Segelflug sehr vielfach ausgeführt wird an solchen Orten, wo man die Entstehung aufsteigender Luftbewegung nicht recht einsieht, wir meinen auf der See, wo doch viele der berühmtesten Segler umherstreifen. Daher sieht man sich vor die Frage gestellt, ob nicht unter Umständen auch rein horizontale Luftströmungen die Ausführung des Segelfluges gestatten.

Im Früheren war festgestellt, dass ein Vogel, der mit den Flügeln nicht schlägt, in ruhender Luft unbedingt sinkt, dass ihn vor diesem Schicksale auch ein beliebig starker Wind nicht bewahren kann — unter Wind wie immer, wenn nichts anderes ausgemacht wird, eine horizontale gleichförmige Luftströmung verstanden —, dass er jedoch sich eine sehr beschränkte Zeit hindurch zu halten, ja sogar zu erheben vermag, indem er seine Flugebene schräg aufwärts stellt, dass er aber dadurch seine vorhandene Geschwindigkeit schnell aufzehrt und damit zugleich die Möglichkeit, sich noch länger in gleicher Höhe zu halten, verliert. Nur durch beständige rechtzeitige Ergänzung der verbrauchten Geschwindigkeit liesse sich dies drachenähnliche Schweben zu einem dauernden Fluge gestalten.

Wie in aller Welt vermöchte nun wohl ein Vogel ohne Flügelschlag und ohne dauerndes Opfer an Höhe den Geschwindigkeitsverlust zu ersetzen?

Einen deutlichen Fingerzeig, wie das möglich, giebt uns das Manöver eines auffliegenden Seglers, z. B. eines Storches. Man beobachtet, dass dieser sich beim Auffliegen gegen den Wind wendet und, nachdem er sich mit einigen kräftigen Flügelschlägen mühevoll erhoben hat, bald in die entgegengesetzte Richtung herumschwenkt und nun mit einem Male an dem Beobachter, der ihn aufscheuchte, zu dessen nicht geringem Erstaunen schon mit ganz unerwartet grosser Geschwindigkeit vorbeischiesst.

Stellen wir uns zur genaueren Betrachtung dieser Sache einen Wind von sechs Meter Geschwindigkeit vor. Dadurch, dass der Storch sich gegen diesen richtet, bietet er ihm den geringsten Widerstand dar, bewahrt also am besten seine relative Geschwindigkeit gegen ihn. Beim Erheben über den Boden besitzt er daher, wie jeder Punkt der Erdoberfläche in unserem

Falle, sofort eine Geschwindigkeit von sechs Metern in Bezug auf die Luft. Nun vermögen die Vögel in der Luft ohne — gegenüber dem gradlinigen Fluge wesentlich vermehrte — Einbusse an Geschwindigkeit oder an Höhe Schwenkungen auszuführen, ganz ähnlich wie ein Schiff durch Herumlegen des Steuers in eine andere Richtung gelenkt wird. Indem der Storch unter Beibehalt seiner relativen Geschwindigkeit von 6 Metern eine halbe Schwenkung ausführt, durchschneidet er jetzt die Luft in derselben Richtung, in der diese weht, bewegt sich also gegen die ruhende Erde mit der Summe der beiden Geschwindigkeiten, nämlich der des Windes gegen die Erde und seiner eigenen in Bezug auf die Luft, also mit einer solchen von 12 Metern. Denkt man sich nun an Stelle des Erdbodens ruhende Luft, so würde er in diese mit einer Geschwindigkeit von 12 Metern von oben her eintauchen können, ohne im Wesentlichen etwas anderes gethan, als sich erhoben und geschwenkt zu haben.

So wenig im Allgemeinen Luftschichten von 6 Meter Geschwindigkeitsdifferenz übereinander hinfliessen werden, so wenig wird auch ein segelnder Vogel zur Ergänzung seiner theilweise aufgebrauchten Bewegung eines Geschwindigkeitszuwachses von 12 Metern bedürfen. Man denke sich also zwei Luftschichten übereinander hinfliessend mit nur einem Meter Geschwindigkeitsdifferenz, z. B. unten eine ruhende und darüber einen Westwind von 1 Meter, oder aber auch unten einen Westwind von 7, darüber einen solchen von 8 Meter, oder endlich unten einen Ostwind von 5, darüber einen solchen von 4 Meter u. s. w.[8]) Alsdann wird der in der unteren Schicht segelnde Vogel seine noch vorhandene Geschwindigkeit jeder Zeit dadurch um 2 Meter vergrössern können, dass er gegen die obere Strömung, also nach Westen, auf schräger Ebene gleitend aufsteigt, in jener einen Halbkreis beschreibend wendet und wieder in die untere Schicht zurückgleitet. Um dieses Kunststück zu wiederholen, muss er sich beim Aufsteigen jedesmal wieder nach Westen wenden. Dadurch kommt diejenige Bewegung heraus, welche man als Kreisen bezeichnet. Ebenso gut könnte unser Segler sich auch in der oberen Schicht bewegen und, so oft nöthig, nach Osten gewendet in die untere tauchen oder auch die eine Hälfte der Bahn in der obern, die andere in der untern Strömung beschreiben. Jedenfalls aber kommt ein Kreisen heraus, wobei sich die beiden Halbkreise allerdings auch S-förmig aneinanderschliessen können. Zugleich erkennt man, dass unter den angegebenen Umständen die Flugbahn nicht in konstanter Höhe verlaufen kann, sondern aus auf- und absteigenden Bogen bestehen muss, als wenn die Ebene des Kreises unter irgend einem spitzen Winkel gegen den Horizont geneigt ist.

In der That beobachtet man ja auch ausserordentlich häufig, dass beim Kreisen der Vögel die Axe des Kreises oder der Spirale mehr oder weniger stark gegen die Senkrechte geneigt ist. Nach obiger Erörterung dürfte ein

[8]) Die Erläuterung der sonstigen Möglichkeiten, nämlich verschieden gerichteter Winde, siehe unten.

längere Zeit fortgesetztes Schweben in horizontalem Kreise oder Ansteigen auf einer Spirale mit senkrechter Axe geradezu auf die Benutzung aufsteigender Luftströmungen hinweisen, dagegen ein auf- und absteigendes Schweben, also auf geneigtem Kreise, auf die Verwerthung von Luftströmungen mit horizontaler Geschwindigkeits-Differenz.

Man darf aber nicht erwarten, dass überall, wo man Vögel auf- und niedersteigend kreisen sieht, Luftströmungen mit endlicher Geschwindigkeitsdifferenz hart aneinanderstossen. Das ist nicht nur nicht nöthig, im Gegentheile erweist es sich als vortheilhaft, wenn zwischen der an der untersten und der obersten Stelle eines Bogens der Flugbahn herrschenden Strömung ein allmählicher Uebergang stattfindet. Der Gewinn, den der Vogel vom Uebergange aus der einen Luftschicht in die andere zieht, ist der Hauptsache nach proportional der Differenz der Quadrate seiner relativen Geschwindigkeit in Bezug auf die eine und auf die andere Schicht. Da aber die Differenz der Quadrate zweier Zahlen gleich dem Produkte aus der Summe und der Differenz derselben ist, so ist es wesentlich, dass jene Summe möglichst gross sei, d. h. es ist von Vortheil, wenn die zwischen dem höchsten und dem tiefsten Punkte der Bahn bestehende Differenz der Windgeschwindigkeiten allmählich zur Verwendung gelangt, so dass die Gleitgeschwindigkeit des Vogels überhaupt nicht so stark abnimmt, als es sonst der Fall sein müsste. Desgleichen erhellt, dass unter sonst gleichen Umständen ein Vogel, der mit doppelt so grosser Geschwindigkeit dahingleitet als ein anderer, den Schwebeflug noch auszuführen vermag bei nur ein Viertel so grosser Differenz der Windgeschwindigkeiten als die, die letzterer benöthigt. Denn erstens ist dann die Summe der Geschwindigkeiten jedesmal etwa doppelt so gross, also auch die Differenz der Quadrate, zweitens aber beschreibt der Vogel die Bahn wegen der doppelten Geschwindigkeit in der halben Zeit, erhält also in gleicher Zeit doppelt so oft denselben Anstoss. Daher braucht die Geschwindigkeitsdifferenz der Strömungen für den einen nur ein Viertel so gross zu sein, als für den andern. Uebrigens ist wohl selbstverständlich, dass diese Zahlen nur ungefähre Veranschlagungen sein sollen.

Ueber den Einfluss der Masse allein etwas Zuverlässiges zu sagen, ist ohne eingehende mathematische Untersuchung nicht gerathen. Dagegen hat man hierfür einen bemerkenswerthen Anhalt aus jener bekannten Helmholtz'schen Abhandlung, wenn man geometrisch ähnliche Luftbewegungen betrachtet. Wachsen die Geschwindigkeiten wie $1 : n$, so wachsen die Längenausdehnungen wie $1 : n^2$, die Räume und Massen wie $1 : n^6$, die Arbeiten wie $1 : n^7$ und die lebendigen Kräfte wie $1 : n^8$. Da nun beim Segelfluge die Arbeit des Hebens, welches nöthig ist, um das beständige Sinken wieder aufzuheben, im Wesentlichen auf Kosten der lebendigen Kraft geschieht, so sieht man, dass diese bei grösseren Thieren langsamer aufgezehrt wird, dass sie also auch im Stande sein werden, mit geringeren Strömungsdifferenzen auszukommen. Oder man kann auch folgendermaassen schliessen: Wenn zwei

einander ähnliche Vögel, deren Gewichte sich wie 1 : 8 verhalten, d. i. $n = \sqrt{2}$, in ähnlicher Weise kreisen, so ist der Höhenunterschied zwischen der höchsten und der tiefsten Stelle der Kreisbahn beim zweiten doppelt so gross, als beim ersten, aber der Unterschied der Windgeschwindigkeiten nur $\sqrt{2}$, also 1,414 mal so gross. Nimmt man nun an, dass dieser innerhalb der in Betracht kommenden engen Höhenunterschiede sich proportional den letzteren ändert, eine Annahme, gegen die sich kaum etwas einwenden lässt, so ergiebt sich, dass der doppelt so grosse Vogel in gleichen Höhen nur eines sieben Zehntel (0,707) so grossen Unterschiedes der Luftströmungen zur Ausführung des Segelfluges bedarf, als jener, und, um noch ein Beispiel zu geben, der 125 mal so schwere in gleichen Höhen weniger als der halb so grosse (0,447) Windgeschwindigkeitsunterschiede.

Nach dem bisher Erläuterten bedarf es wohl kaum des Hinweises, dass der besprochene Vorgang keineswegs entgegengesetzte Luftströmungen erheischt, sondern nur solche, deren Geschwindigkeiten, sei es der Grösse, sei es der Richtung nach, verschieden sind. Denkt man sich diese beiden der Grösse und Richtung nach durch Strecken dargestellt, welche vom selben Anfangspunkte ausgehen, so stellt die Verbindungslinie der beiden Endpunkte das dar, was im Obigen unter Differenz der Windgeschwindigkeiten zu verstehen war und auf die es bei der Erklärung allein ankommt, die vom selben Anfangspunkte gezogene halbe Diagonale des Parallelogramms hingegen den gemeinsamen Bestandtheil beider Bewegungen. Letztere giebt einen ungefähren Maassstab dafür, wie viel der Vogel während des Kreisens horizontal fortgetrieben wird.

Im Allgemeinen gilt als Regel, dass die Stärke des Windes nach der Höhe hin zunimmt, da die unteren Luftschichten durch die Berührung mit der ruhenden Erde gehemmt werden, dass also zwischen den strömenden Luftmassen in verschiedenen Höhen auch eine Geschwindigkeitsdifferenz besteht. Daher wird auch im Allgemeinen jeder Wind von genügender Stärke befähigten Seglern die Möglichkeit des Segelfluges gewähren.

Zugleich erkennt man, dass, wenn der Wind, wie es die Regel ist, nach oben hin an Stärke zunimmt, der Vogel beim Kreisen gegen den Wind steigen und mit demselben abwärtsgleiten muss, um stets in Schichten von grösserer relativer Geschwindigkeit zu kommen. So wird es auch in der Regel beobachtet und hat wohl die merkwürdige Vorstellung veranlasst, dass der Wind den Vogel, der mit ihm fliegt, niederdrückt, oder allgemeiner, dass es den Vögeln leichter werde, gegen den Wind zu fliegen, weil er sie hebe, als mit demselben, da er sie niederdrücke. Sollte dagegen einmal, wie es ja denkbar ist, die Stärke des Windes nach oben zu abnehmen, so würde der Vogel ganz unzweifelhaft so kreisen, dass er mit dem Winde steigt und gegen denselben fällt.

Von den beiden im Vorstehenden erörterten Umständen, welche die Ausführung des Segelfluges gestatten und welche einander nicht ausschliessen,

sondern gleichzeitig zur Ermöglichung beitragen können, ist auf den zweiten, so viel dem Verfasser bekannt, bisher noch nicht aufmerksam gemacht worden,[9]) im Gegentheile sind vielfach durchaus unhaltbare Anschauungen über die Benutzung des Windes ausgesprochen worden.[10]) Dennoch erscheint

[9]) Der Vortragende ist von befreundeter Seite nachträglich auf ein Referat der Kölnischen Zeitung: „Das Kreisen der Raubvögel“, einen Aufsatz des Lord Raleigh betreffend, aufmerksam gemacht. Dieser letztere Aufsatz ist dem Verfasser dieses bisher nicht zugänglich gewesen. Das Referat stellt den springenden Punkt nicht mit zweifelloser Deutlichkeit dar. Von dem abwechselnden Anstoss durch die obere und die untere Luftschicht ist nicht die Rede. Dennoch ist es dem Verfasser nicht zweifelhaft, dass Lord Raleigh den Sachverhalt richtig erkannt und dargestellt haben wird.

Ferner ersieht der Verfasser, dass Strasser in seinem Buche: „Ueber den Flug der Vögel“ (Jena bei G. Fischer 1885) es richtig ausspricht: „Alle Versuche der Erklärung mussten fehlschlagen, so lange sie nicht auf die ungleichmässige Bewegung der Luft Bezug nehmen“ und weiter ausführt: „Es ist das Verdienst englischer Forscher, zunächst von Raleigh (Nature XXVII. p. 535), dann von Hubert Airy (Nature XXVII. p. 590), R. Courtenay (Nature XXVIII. p. 28) und Andern, die so räthselhoft erscheinenden Verhältnisse des Kreisens aufgeklärt zu haben.“

Merkwürdigerweise giebt er aber dann eine Auseinandersetzung der Verhältnisse an dem sehr wenig geeigneten Falle zweier horizontal nebeneinander strömenden Luftmassen und lässt den Vogel die Grenzschicht beider jedesmal senkrecht passiren, statt so viel wie möglich tangirend. Wenngleich es ja richtig ist, dass auch dann noch ein gewisser Gewinn an lebendiger Kraft abfällt, so würde doch der grösste Theil desselben dem nach dieser Vorschrift fliegenden Vogel entgehen.

Der Inhalt des obigen Vortrages ist durchaus unabhängig von den Arbeiten der in dieser Anmerkung erwähnten Autoren entstanden und allerdings sehr kurz, aber deutlich genug gefasst bereits im Jahre 1884 in einem Aufsatze dieser Zeitschrift: „Bemerkungen zu dem Aufsatze des Herrn Weyher: sur le vol direct de l'homme“, III. Jahrgang 1884, Heft XI gegen den Schluss hin auf Seite 327 ausgesprochen worden.

[10]) Hierher gehören die Darstellungen der sonst verdienstvollen Autoren Mouillard und Müllenhoff. Beide stellen sich vor, dass sich der Vogel in dem Theile der Bahn, wo seine Geschwindigkeit mit der des Windes gleichgerichtet ist, beide in Bezug auf die Erde genommen, durch den Wind von hinten her antreiben lasse. Mouillard — L'empire de l'air, Paris, Masson 1881, p. 43 — schreibt: „l'oiseau se laisse glisser dans la direction du vent en s'abaissant le moins possible, le vent lui donne une vitesse presque égale a lui même en s'engouffrant dans toutes les plumes qu'il retrousse. — Cette poussée par l'arrière est puissante“ etc.

Desgleichen schreibt Müllenhoff: — „Die Grösse der Flugflächen“, Bonn 1884, Sonderabdruck aus Pflüger's Archiv Bd. XXXV. bei Strauss, pag. 427 — „Der Vogel lässt, nachdem er sich durch Muskelthätigkeit in die Höhe gearbeitet hat, den Wind von hinten her auf sein Gefieder wirken, er lässt sich vom Winde treiben.“ Nachdem dann das Umwenden beschrieben, heisst es später Seite 428: „Sowie nun der Luftstrom das Thier von vorne fasst, so ändert sich die Stellung der vorher, so lange der Wind von hinten kam, aufgeblähten Federn; das Gefieder legt sich dicht an den Körper an und somit durchschneidet der Vogel jetzt die Luft mit seinen Flügeln, er durchbohrt sie mit seinem spitz zulaufenden Kopfe in der Weise, dass er nur einen viel geringeren Widerstand erfährt als vorher.“

Fasst man, wie es sein muss, lediglich die relative Bewegung des Vogels gegen die Luft in's Auge, so gewahrt man mit Befremden, dass nach der Darstellung beider Beobachter der kreisende Vogel die Luft abwechselnd mit dem Schwanze und mit dem

gerade diese zweite Möglichkeit die weiter reichende. Leider ist ihre mathematische Untersuchung nicht ganz ohne Schwierigkeit, so dass die Beantwortung der Frage, um wie viel Meter die Geschwindigkeit des Windes auf einen Meter Höhe zunehmen muss, um einem Vogel von gegebenem Gewichte und gegebener Segelfläche bei bekannter Anfangsgeschwindigkeit auf irgend eine Weise das Schweben zu gestatten, vorläufig noch unterbleiben muss. Am Einfachsten scheint sich die Sache noch zu machen, wenn man nur fragt, um wie viel die Geschwindigkeit mit der Höhe zunehmen muss, damit der Vogel stets dieselbe relative Geschwindigkeit gegen die Luft besitze, die er nach dem Prinzip der Erhaltung der lebendigen Kraft in der betreffenden Höhe haben müsste, d. h. als wenn der Vogel auf seiner Bahn, wie auf einer schiefen Ebene reibungs- und widerstandslos auf- und niederglitte. Denn dann würde die Bewegung sich ja beliebig lange unverändert fortsetzen lassen. Indessen stellen sich hierbei für die unter gegebenen Umständen nöthigen Windgeschwindigkeitsdifferenzen doch höhere Zahlenwerthe heraus, als man eigentlich bei der Häufigkeit derartigen Segelfluges erwarten sollte.

Fassen wir noch einmal ganz kurz die vorstehenden Bemerkungen zusammen:

> Ein Vogel, der nicht mit den Flügeln rudert, kann entweder seine Geschwindigkeit bewahren auf Kosten der Höhe, oder aber seine Höhe auf Kosten der Geschwindigkeit.
>
> Beide Möglichkeiten sind zeitlich eng begrenzt, die erste durch das Erreichen des Erdbodens, die zweite durch das baldige Sinken der Geschwindigkeit unter einen gewissen Grenzwerth.
>
> Das Schweben kann aber zu einem dauernden, d. h. zum Segelfluge werden, im ersten Falle, wenn der Verlust an relativer Höhe durch einen aufsteigenden Luftstrom ausgeglichen wird — dies giebt ein **Kreisen mit senkrechter Axe** — im zweiten Falle, wenn der Verlust an relativer Geschwindigkeit ersetzt wird durch den abwechselnden Anstoss zweier Luftschichten mit gewisser Geschwindigkeitsdifferenz, in welche der Vogel abwechselnd so gerichtet eintaucht, dass er sich der relativen Geschwindigkeit der neuen Schicht in Bezug auf die alte beim Uebergange stets entgegenwendet. Dies giebt im Allgemeinen **ein Kreisen mit geneigter Axe.**

Kopfe voran durchschneidet, jedesmal — wenigstes im ersteren Falle — bis seine Geschwindigkeit nahezu Null geworden ist, dann umwendet und nun mit neuer Geschwindigkeit — woher er diese bekommt, bleibt ein Räthsel — wieder mit dem entgegengesetzten Körpertheile voran weiterfliegt. Das unvermeidliche Sinken müsste bei dieser merkwürdigen Bewegungsform erst recht sehr beträchtlich hervortreten.

So weit Verfasser sieht, bietet die Theorie keine anderen Möglichkeiten, den Segelflug zu erklären. Daher wird die nächste Aufgabe sein, die von der Theorie erforderten und noch zahlenmässig festzustellenden Windverhältnisse experimentell nachzuweisen und wo möglich zu messen.

Das einzige Werkzeug, das sich für diesen Zweck wohl als verwendbar erweisen dürfte, scheint der Drachen zu sein. Es ist nöthig, seine Theorie unter diesem bestimmten Gesichtspunkte noch einmal durchzuarbeiten, ihn dem entsprechend zu konstruiren und dann Gelegenheiten zur Messung aufzusuchen. Verfasser behält sich vor, die angedeuteten Untersuchungen weiter zu führen.

Gerlach, Berlin S.W., Gneisenaustr. 85.

Eine Lösungsart des Problems der Luftschifffahrt.

Von **Karl Milla** in Rudolfsheim bei Wien.

(Fortsetzung.)

Brehm bemerkt nun auch an einer anderen Stelle: „Die Wölbung der Flügel bedingt auch, dass der Vogel zum Fluge Gegenwind bedarf.“ Hierzu bemerkt Aug. Platte in seinen „Aëronautischen Betrachtungen“: „Wir erlauben uns zu dieser Erklärung des ausgezeichneten Naturforschers über den Vogelflug nur beizufügen, dass unserer Meinung nach der Gegenwind beim Fluge wohl keine unbedingte Nothwendigkeit für den Flug ist, dass derselbe aber allerdings zur Unterstützung des Fluges in gewissen Fällen beitragen kann.“ Ich stimme dieser Bemerkung Platte's auf Grund meiner theoretischen Ergebnisse vollkommen bei, gehe aber noch einen Schritt weiter, indem ich sage: „Die Wölbung“ der Flügel bedingt doch nicht den Gegenwind! Diese Wölbung ist für den Flug an und für sich durchaus nicht gleichgiltig, aber für die Ausnützung des Windes ist sie gleichgiltig. Ein vollkommen ebener Drachen wird durch den Gegenwind ebenso gehoben wie der Vogel.

Die Wirkung des Windes ist aber hiermit noch nicht erschöpft und ich gehe zur weiteren Betrachtung derselben über.

Denken wir uns, der Neigungswinkel des Vogelflügels zum Horizonte, den wir bisher immer so gebildet dachten, dass die Breitenaxe des Flügels der oberen, der Horizont aber den unteren Schenkel desselben darstelle — diese Lage wollen wir die positive nennen — verkleinere sich nun mehr und mehr und gehe endlich auf Null über. In diesem Augenblicke haben die Grössen W, H, K und A den Werth $\frac{0}{0}$, g' aber ist gleich — g, wie schon einmal gesagt wurde. Es wird also dann weder ein Normalwiderstand, noch eine Hebekraft, noch eine bewegende Kraft zur Ueberwindung eines Widerstandes vorhanden, auch wird keine Arbeit zur Ueberwindung eines Widerstandes erforderlich sein. Endlich giebt es keine positive Beschleunigung mehr, sondern sie ist negativ und gleich der Schwere der Erde. Der Vogel würde also in diesem Falle der Erde zufallen nach den Gesetzen der Mechanik.

Geht nun die Breitenaxe des Flügels als Winkelschenkel über Null hinaus, kommt sie also unter den Horizont, so wird der Neigungswinkel α negativ. Mit demselben wird der Normalwiderstand W positiv, da er das Quadrat des Winkelsinus enthält. Die Hebekraft H wird ebenfalls positiv, da auch sie dieselbe Grösse $\sin^2\alpha$ enthält und der Cosinus eines spitzen negativen Winkels positiv ist. Die bewegende Kraft K und die Arbeit A werden negativ, da sie den Kubus von $\sin\alpha$ enthalten. Die Beschleunigung endlich wird anfänglich, so lange der Winkel noch klein, mithin das positive $H < G$ (kleiner als das Vogelgewicht ist), noch immer negativ, aber, dem absoluten Werthe nach, kleiner als bei 0^0, d. h. kleiner als die Schwerkraft der Erde sein. Demnach hätten wir auch jetzt noch immer eine Hebekraft nach oben gerichtet und die Kraft K zur Ueberwindung des Widerstandes brauchte nicht vorhanden zu sein, da der Widerstand selbst den Vogel vorwärts triebe, ebenso würde Arbeit nicht verbraucht, sondern im Ueberschusse angesammelt werden. Der Schwerkraft, die bei 0^0 Neigung keine Gegenkraft fand, wirkte jetzt eine solche direkt entgegen, wodurch der absolute Werth der Beschleunigung g' sofort kleiner würde.

Wir stehen hier vor einem offenbaren Widerspruche. Von allem dem muss das gerade Gegentheil stattfinden. Doch glücklicherweise ist dieser Widerspruch nicht unauflösbar und zugleich ist er der weitere Grund, weshalb ich früher bei der Bestimmung des Maximalwerthes der Hebekraft den einen Faktor $\sin\alpha$ mit zu den konstanten Grössen gezählt habe.

Sondern wir nämlich wieder $f \sin\alpha$ von den übrigen Faktoren ab und nehmen es positiv, so schwindet augenblicklich jeder Widerspruch. Und in der That stellt ja die Grösse $f \sin\alpha$ auch jetzt wieder den Querschnitt des Luftprismas, welches bei der Bewegung getroffen wird, dar und es liegt kein Grund vor, diesen Querschnitt negativ zu nehmen!

Diese begründete Absonderung des Faktors $f \sin\alpha$ werde ich daher künftighin immer vornehmen und gehe nun zur weiteren Erklärung über.

Durch die Anwendung dieses Grundsatzes erhalten wir jetzt die sämmtlichen zu berechnenden Grössen mit ihren richtigen Vorzeichen, also in ihren wahren Werthen.

Die Hebekraft H wird negativ, d. h. sie wirkt jetzt im entgegengesetzten Sinne wie früher, sie drückt also den Vogel herab, summirt sich mit der Schwerkraft und bringt ihn im Vereine mit dieser nur noch schneller der Erde näher, als es die Schwerkraft allein thun würde. Hiermit hängt zusammen, dass auch die Beschleunigung negativ wird, nämlich:

$$g' = \frac{-H-G}{G} \cdot g = -\frac{H+G}{G} \cdot g$$

was so viel bedeutet, als: die Beschleunigung hat denselben Sinn, wie die Gravitation, enthält diese als Summationsglied und hat daher einen grösseren absoluten Werth, als die letztere allein, wodurch der Vogel schneller zur Erde fällt, als beim freien Fall. Und diese grössere Beschleunigung ist ein Vortheil

beim Fluge. Denn nach bekannten mechanischen Sätzen ist es für die Endgeschwindigkeit einerlei, ob ein Körper senkrecht oder in einer Kurve herabfalle, es macht nur in der Zeit einen Unterschied. Liesse sich also der Vogel, nur durch die Schwerkraft getrieben, etwa von der Höhe s herab, so würde seine Endgeschwindigkeit $v = \sqrt{2gs}$ sein; wirkt aber die Beschleunigung g' auf ihn ein, während er dieselbe Höhe fällt, so ist jetzt $v' = \sqrt{2g's}$. Da aber in unserem Falle $g' > g$ ist, so ist auch $v' > v$. Der Vogel hat also durch einfaches Herabgleiten eine gewisse Tiefe wieder an Geschwindigkeit gewonnen. Dieses Herabgleitenlassen hat schon ohne Beihilfe eines Gegenwindes, vermöge der Spannkraft der Lage, das Anwachsen der Eigengeschwindigkeit zur Folge, noch grösser aber wird das Anwachsen bei der Mitwirkung des Gegenwindes. Auf diese Art kann demnach ein Verlust an Geschwindigkeit auch ohne Flügelschlag ersetzt werden. Ist dann auf diesem Wege die nothwendige Geschwindigkeit wieder erlangt, so kann dieselbe auch sofort wieder zum Heben ausgenützt werden, dadurch, dass der Neigungswinkel wieder die positive Lage einnimmt. Durch dieses bemerkenswerthe Spiel kann Heben und Senken nach Belieben erreicht und ebenso fortbewegende Kraft durch die Gravitation und Windeskraft geleistet werden.

Ich hatte oftmals Gelegenheit, dies Alles zu beobachten und sicher ist es auch von Anderen beobachtet worden. Ich fand, dass Geier und Falken stundenlang ohne einen einzigen Flügelschlag segelten, aber doch immer jede Bewegungsart: Hebung, Senkung, Wendung und Wiedererhebung ausführten. Oft glaubte ich, sie würden sich auf ein Beutethier herabstürzen, so jäh war ihr Fall und so gross war der negative Neigungswinkel ihrer Flügel — und vielleicht wollten sie es auch wirklich thun, aber das Beutethier hatte sich noch rechtzeitig in Sicherheit gebracht — doch plötzlich veränderten sie Flügelstellung und Flugrichtung und erhoben sich dann abermals, ja wie ich als ganz sicher feststellte, denn ich habe es mehrmals zu meiner eigenen Ueberzeugung genau beobachtet, so erhoben sie sich auf eine grössere Höhe, als von welcher sie ausgegangen waren. Ich sah Vögel vom Baume auffliegen und mit überraschend wenig Flügelschlägen in wagerechter Richtung, in der Höhe des verlassenen Baumes, fortziehen, sich aber dann ohne weiteren Flügelschlag erheben, nachdem sie sicher, durch das vorherige Segeln in einer Horizontalen, an Geschwindigkeit und somit an lebendiger Kraft eingebüsst hatten. Es veranlasste mich dies zum ernsten Nachdenken und ich glaube nun im Vorhergehenden eine genügende theoretische Erklärung dieser Erscheinung gegeben zu haben.

Die zur Bewegung nothwendige Kraft K und ebenso die Arbeit A bleiben positiv, haben also denselben Sinn, wie bei positiver Winkelstellung, d. h. es ist auch jetzt eine Kraft zur Fortbewegung nothwendig. Natürlich, denn der Vogel trifft ja auch jetzt auf ein Luftprisma von dem Querschnitte $f \sin \alpha$, dessen Trägheit er durch eine Arbeitskraft überwinden muss.

In allen unseren Formeln spielt die Geschwindigkeit v die allerwichtigste

Rolle. Sie allein gestattet, den Neigungswinkel um so kleiner zu machen, je grösser sie selbst ist, dadurch sinkt aber das Maass für die erforderliche Bewegungskraft immer mehr herab; sie allein gestattet, jedes noch so grosse Gewicht zu heben; durch sie endlich, im Vereine mit einer bedeutenden Masse, kann die lebendige Kraft eine Höhe erreichen, die die grössten Hindernisse zu überwinden vermag. Und wie wir gesehen haben, kann der Gegenwind stets entweder zur Arbeitsleistung oder zur Vermehrung der Geschwindigkeit benützt werden. Darin liegt seine eminente Bedeutung!

In dem zuletzt untersuchten Falle, wo der Neigungswinkel negativ war, fanden wir, dass auch die Schwerkraft in demselben Sinne: zur Arbeitsleistung und zur Vermehrung der Geschwindigkeit, benutzt werden kann, also mittelbar auch zum Heben der Masse des Vogelkörpers. Kleine fliegende Thiere können beide Kräfte, sowohl die Windes- als Schwerkraft, nicht zu diesem Zwecke gebrauchen, da die kleine Kraft, welche durch ihr Gewicht repräsentirt wird, bald gleich den zu überwindenden Hindernissen des Widerstandes und der Reibung ist und daher eine Zunahme der Geschwindigkeit mit Hilfe dieser ausserhalb ihrer Muskelkraft liegenden Kräfte nicht mehr stattfinden kann.

Der Rückwind vermindert auch im letzten Falle die Geschwindigkeit, d. h. virtuell genommen, und damit ist seine schädliche Bedeutung für den Flugzweck schon gekennzeichnet. Ich will mich daher mit diesem Hinweis begnügen und nicht des Breiteren erörtern, was nach dem Vorangehenden von selbst einleuchtet.

Das, was bis jetzt vom segelnden Vogel mit Rücksicht auf die Bedeutung des Windes gesagt wurde, gilt auch für den Spieldrachen der Kinder, nur dass bei dem letzteren das Gewicht eine sehr untergeordnete Rolle spielt. Es genügen über denselben einige kurze Bemerkungen.

Beim Drachen kann man es ganz deutlich sehen, dass der Wind eine Bedeutung hat, wie für den Drachen, so auch für den Vogel. Denn ohne Wind giebt es gar kein Drachenspiel. So lange der Drachen sich noch in den unteren ruhigen Luftschichten befindet, muss der spielende Knabe laufen und möglichst schnell laufen, damit sein Drachen an der Luft einen Widerstand finde, der ihn hebt, hebt in Luftschichten, wo ein Luftzug geht, der die Laufarbeit des Knaben übernimmt. Von diesem Augenblicke an, wo nämlich der Drachen in den Zug des Windes gelangt, kann der Knabe ruhig stehen oder auch seinen Drachen anbinden, ohne Sorge, dass er herabfallen werde, so lange eben ein Wind weht. Fehlt aber dieser, so müsste der Knabe ununterbrochen laufen, um den Drachen in der Höhe erhalten zu können, was zu sehr ermüden würde, darum hört mit dem Winde das Spiel auf. Reisst aber der Faden, so fällt auch der Drachen herab. Denn der Wind nimmt diesen mit sich und ertheilt ihm nach und nach seine eigene Geschwindigkeit, der Drachen triebe dann mit dem Winde. Dadurch fällt aber jeder einseitige Luftanprall weg und mit ihm auch jede Hebekraft, folglich

muss der Drachen bald sinken. (Wirkung beim Laufe des Spielenden gegen den Wind und mit demselben.) Aus meiner Knabenzeit erinnere ich mich, wie uns der Herr Katechet folgendes Geschichtchen erzählte, das ich aber schon damals anzweifelte, da meine Erfahrungen dagegen sprachen. Spielende Knaben bemühten sich lange vergebens, ihrem Drachen das nöthige Gleichgewicht zu geben, bis endlich einer der Knaben ein Buch, das er zufällig bei sich hatte, an den Schweif desselben band. Jetzt flog der Drachen zur Zufriedenheit der Knaben, doch entkam er ihnen unversehens und — flog davon, fort über Länder und Meere bis in ein Land der Wilden, in welchem ein Missionär gerade seine Bekehrungspredigt hielt Die Wilden wollten aber nicht glauben und verlangten Wunder, ansonst sie ihn zu erschlagen drohten. Da kam — kein Engel, sondern ein Drachen als Retter. Der jenen Knaben entkommene Drachen mit dem Buche fiel gerade in der Nähe des Predigers nieder. Dieser hob das Buch auf — es war eine Bibel. Die Wilden glaubten und der Missionär blieb am Leben.

Der Herr Katechet war ein guter Katechet, aber — ein schlechter Physiker. —

Zur besseren Verdeutlichung meiner theoretischen Entwickelungen habe ich konkrete Beispiele berechnet und in Tabellen zusammengestellt. Bevor ich jedoch zu denselben übergehe, muss ich noch ein Wenig bei der Erfahrungsformel, die wir für die Berechnung des Luftwiderstandes besitzen, verweilen. Diese Formel lautet: $P = a\,v^2 f$.

Es versteht sich hier unter P der Luftdruck, ausgedrückt in Kilogrammen, a ein Erfahrungskoëffizient, v die Geschwindigkeit der Bewegung in Metern und f die Grösse der von der Luft getroffenen Fläche in Quadratmetern. Ferner gilt die aufgestellte einfache Form für den Fall, als die Fläche sich senkrecht zu ihrer eigenen Ebene bewegt.

Was den Koëffizient a betrifft, so heisst es freilich, er sei durch vielfache Erfahrungen festgestellt und gelte nur für mittlere Geschwindigkeiten. Doch sollte er dann doch nicht so sehr variiren. So findet man ihn in der Grösse von $1/8$ bis 0,43 angegeben, er schwankt also von dem ein- bis $3^1/_2$fachen. Der kleinere ist häufiger zu finden, der grössere rührt von Professor Kargl her und giebt die äusserste Grenze der angegebenen Werthe an. Für grössere Geschwindigkeiten, als die mittleren, besitzen wir gar kein Maass dafür. So habe ich z. B. versucht, die gegebenen Koëffizientenwerthe mit dem folgenden Falle in Einklang zu bringen. Bei dem Gewittersturme vom 28. August 1881 wurden bei St. Andrea (bei Triest) „Bausteine im Gewichte von 600 kg auf eine Entfernung von 8 m geschleudert“; so berichtet die „Neue freie Presse“. Ich kalkulirte nun folgendermaassen: Es sei das spezifische Gewicht der Bausteine 2,5 kg per Kubikdezimeter, so hat ein Stein von 600 kg Gewicht 240 kbdm Inhalt. Ein Würfel dieser Grösse hat dann 6,21 dm Kantenlänge und im Seitenquadrat eine Fläche von 38,62 □dm. Um diesen Stein wegzuschleudern, müsste die Luft wenigstens eine Geschwindigkeit von 111,48 m

haben, wenn wir den Koëffizient $a = 1/8$ nehmen. Nun geben aber die Tabellen über Windgeschwindigkeit für den stärksten Orkan höchstens eine Geschwindigkeit von 50 m zu und berechnen wir für diese Geschwindigkeit umgekehrt den Koëffizient, so müsste er 0,97 betragen. So unzuverlässig sind die Angaben der Lehrbücher. Noch greller wird aber der Unterschied, wenn wir die Erfahrungswerthe gegen den theoretischen Werth halten. Newton* hat diesen wie folgt festgestellt: Nach der Formel für die lebendige Kraft $1/2\, m\, v^2$ müsste die Kubikeinheit Luft bei der Geschwindigkeit v die lebendige Kraft $= 1/2 \cdot \frac{1,293}{9} \cdot v^2$ haben, wobei 1,293 kg das Gewicht eines Kubikmeters Luft bedeutet, dessen Masse m, wie bekannt, erhalten wird, indem man es durch die Acceleration dividirt. Dann erhält man aber für unseren Koeffizient den Werth 0,066, d. i. nur die Hälfte des gebräuchlichen $1/8$.

Die Erscheinung, dass der Erfahrungswerth für den Luftdruck so wenig mit dem theoretisch gefundenen übereinstimmt, weist darauf hin, dass dieser Werth mit der Fläche nicht im einfachen Verhältniss zunimmt. Diese Ansicht wird in den Lehrbüchern allgemein vertreten. Es finde nämlich, so sagt man, und wie ich glaube mit Recht, eine Verdichtung der Luft auf der Seite des Luftanpralles, dagegen eine Verdünnung auf der entgegengesetzten Seite statt. Dadurch ändert sich aber die Grösse des Druckes sehr bedeutend. Und diese Verdichtung kann um so grösser sein, je grösser die Fläche ist, abgesehen von der Geschwindigkeit, die natürlich auch mitbestimmend ist. Ich möchte den Vorgang auf folgende Art veranschaulichen. Denken wir uns eine wagerechte Fläche und schütten wir Sand in Form eines Regens auf dieselbe. Die Fläche wird nun den Stoss der bewegten Sandkörnchen zu ertragen haben, zugleich wird sich aber der Sand auch auf der Fläche anhäufen und zuletzt einen kegelförmigen Haufen bilden, dessen Gewicht fortwährend mit dem weiteren Anprall der bewegten Sandkörnchen getragen werden muss. Gleichzeitig werden aber auch die auf der Fläche angehäuften Sandkörnchen gedrückt, also verdichtet. Dieser Sandhaufen hat eine um so grössere Höhe, je grösser die Basis desselben ist, das Verhältniss der beiden Dimensionen zu einander bleibt aber immer dasselbe. Nach dieser Versinnlichung folgt, dass die Verdichtung und damit der Druck der Luft verhältnissmässig um so grösser ist, je grösser die getroffene Fläche.

Es ist auch noch eine andere Möglichkeit denkbar, ja sogar sehr wahrscheinlich, weshalb die Formel für den Luftdruck gar so schwankend ist. Wir kennen nämlich die wahre Geschwindigkeit des Windes selbst nicht genau. Die meteorologischen Tabellen über Windgeschwindigkeit zeigen dies zum Theile. Es hat mich Folgendes zu diesem Schlusse geführt. Max Wirth erzählt in einem Feuilleton der „Neuen Freien Presse“ vom 15. Februar 1881, dass man mit Eissegelbooten die merkwürdige Erfahrung gemacht habe, dass sie unter günstigen Verhältnissen schneller segelten, als der sie treibende Wind. (!) Diese der Beobachtung entnommene Thatsache wurde trotz der

wissenschaftlichen Widerlegung durch Fachmänner aufrecht gehalten und der „Scientific American“ kalkulirt jener gegenüber folgendermaassen: „Wenn ein Eisboot direkt vor dem Winde segelt, dann treibt es allerdings gleich einem Luftballon mit dem Winde und kann ihm kaum nachfolgen, noch viel weniger in Schnelligkeit ihn überbieten. Allein Eis-Yachten werden nicht vor dem Winde gesteuert. Ihre grösste Schnelligkeit wird vielmehr beim Laviren erreicht, und zwar wenn die Segel nicht quer, sondern längs des Bootes stehen, so dass der Wind im rechten Winkel in die Breitseite des Bootes einfällt und die Segel auf diese Weise die Luft gleich einer Messerschneide durchtheilen, während beim Segeln vor dem Winde dem Widerstande der Luft die ganze Breitseite des Segels entgegengeführt wird.“ — Also beim Segeln vor dem Winde erfährt das Segel auch gleichzeitig einen Widerstand von vorn!? Und wenn nicht die volle Windeskraft, sondern nur eine Komponente derselben wirksam ist, dann soll die grösste Wirkung erzielt werden? Das ist wenig „scientifisch“! Ich finde aus dieser wissenschaftlichen Klemme nur den einen Ausweg, nämlich die Annahme, dass der Wind sich eigentlich viel schneller bewege, als wir nach unseren jetzigen Anemometern urtheilen.

Nach Alledem finde ich es erklärlich, dass man, um die Verwirrung voll zu machen, auch noch sagt: „Bei sehr grossen Geschwindigkeiten wächst der Widerstand selbst im kubischen Verhältnisse.“ Dies scheint mir nun schon gar nicht richtig zu sein, auch für sehr grosse Geschwindigkeiten nicht. Denn es ist durchaus unwissenschaftlich, anzunehmen, ein physikalischer Vorgang folge einmal dem einen und dann wieder einem anderen Gesetze. Es ist vielmehr höchst wahrscheinlich, dass der Luftdruck nur im quadratischen Verhältnisse wachse, auch bei sehr grossen Geschwindigkeiten. Denn erstens fordern es so die Sätze über lebendige Kraft und andererseits ist es durch einen höchst sinnreichen Versuch des Herrn Oberingenieurs v. Lössl bestätigt worden. Herr v. Lössl verfuhr folgendermaassen: Es sei A B eine senkrechte Achse, um welche sich der darauf normal stehende Arm O R in wagerechter Ebene herumbewege.

Auf dem Arme O R steht in z eine Achse y z parallel zu A B, die eine rechteckige Fläche C D trägt, die sich sehr leicht um y z drehen kann.

Die Lage der Achse y z war nun durch Rechnung so gefunden worden, dass, bei der Voraussetzung des Wachsens im quadratischen Verhältnisse der Geschwindigkeit, der Luftdruck auf jeden der beiden ungleichen Theile des Rechteckes gleich dem auf den andern Theil sei. Berechnen wir einmal die Armlänge O z für den allgemeinen Fall, dass der Luftdruck mit der n-ten Potenz der Geschwindigkeit wachse. Der Druck auf das Flächenelement des Rechteckes ist dann, wenn b die Breite desselben ist:

$$dP = a\,b\,dx\,(2\,c\,x\,\pi)^n = a\,b\,dx\,2^n\,c^n\,x^n\,\pi^n.$$

Hier haben P und a die früheren Bedeutungen, x aber ist die variable Länge des Armes O R, also auch gleichzeitig der Halbmesser des Umdrehungskreises, c endlich ist die Anzahl der Umdrehungen per Sekunde.

Der Gesammtdruck auf die Fläche C D ist dann gleich:

$$P = a\,b\;2^n\,c^n\,\pi^n \int_r^R x^n\,d\,x = a\,b\;2^n\,c^n\,\pi^n \left(\frac{R^{n+1} - r^{n+1}}{n+1}\right).$$

Der Druck auf das Flächenstück von r bis z:

$$P' = a\,b\;2^n\,c^n\,\pi^n \int_r^z x^n\,d\,x = a\,b\;2^n\,c^n\,\pi^n \left(\frac{z^{n+1} - r^{n+1}}{n+1}\right).$$

P' ist nun gleich $\frac{P}{2}$; daher:

$$z^{n+1} - r^{n+1} = {}^1/_2\,.\,R^{n+1} - r^{n+1}$$

$$z^{n+1} = \frac{R^{n+1} - r^{n+1} + 2\,r^{n+1}}{2} = \frac{R^{n+1} + r^{n+1}}{2} \text{ und}$$

$$z = \sqrt[n+1]{\frac{R^{n+1} + r^{n+1}}{2}}.$$

Für den Spezialfall n = 2 fand von Lössl ganz analog:

$z = \sqrt[3]{\frac{R^3 + r^3}{2}}$, und die nach dieser Gleichung berechnete Entfernung der Scheidelinie y z von der Umdrehungsachse A B erwies sich beim Versuche als vollkommen richtig, so dass selbst eine Verrückung um ein Geringes aus dieser bestimmten Linie sofort eine Ungleichheit des Druckes auf die beiden Theile durch Drehung um die Achse des Rechteckes verrieth. Diese genaue Uebereinstimmung der Rechnung mit dem Versuche konnte aber nur allein für den Werth n = 2 stattfinden, denn bei jedem anderen Werthe muss auch die Wurzelgrösse einen andern Werth ergeben. Es ist daher der Schluss berechtigt, dass der Widerstand der Luft wirklich nur im quadratischen Verhältnisse zunehme.

Wegen der Unsicherheit des Koëfficienten a habe ich nun demselben in meinen Rechnungen stets einen dreifachen Werth beigelegt und demnach jedes Beispiel in dreifachen Werthen erhalten. Diese gesetzten Werthe sind: $a' = {}^1/_8$, $a'' = 0{,}43$ und $a''' = 1$.

Denken wir uns nun einmal einen Drachen, der aber nicht an einem Faden gehalten und fortgezogen, sondern durch eine andere Kraft fortgetrieben würde und dem die Fähigkeit inne wohnte, seine Neigung zum Horizonte beliebig zu ändern, so hätten wir ungefähr das Nachbild eines segelnden Vogels.

Ein solcher Drachen habe nun eine widerstehende Fläche f von 15 Quadratmeter und müsste bei einer Neigung von 5 Grad zum Horizonte ($\alpha = +5^0$) einem Gewichte von 100 Kilogramm das Gleichgewicht halten; suchen wir nun die weiteren Beziehungen.

Es müsste also die Hebekraft H = 100 Kilogramm sein. Das übrige ist in der Tabelle I. zusammengestellt.

Tabelle I.

f = 15 Quadratmeter, α = 5 Grad, H = 100 Kilogramm.

a	v	K	s	L
$^1/_8$	83,95	8,75	359,29	35 929
0,43	45,26		104,45*)	10 445
1	29,68		44,91	4 491

Aus dieser Tabelle, deren bestimmte Zahlen nach den früheren Formeln berechnet wurden, ist ersichtlich, dass die erforderliche Geschwindigkeit v unter diesen Verhältnissen von 84 bis 30 Meter variiren kann, je nachdem man den Koëfficient a nimmt. Die erforderliche Kraft K bleibt sich aber in jedem Falle gleich $8^3/_4$ Kilogramm. Je nach den verschiedenen Geschwindigkeiten kann die entwickelte lebendige Kraft L von 4491 bis 35 929 Meterkilogramm steigen.

Es ist daraus der sehr bedeutende Unterschied, welchen der Koëfficient a bewirkt, sofort in die Augen springend.

Eben so gross wird der Unterschied, wenn wir berechnen, welche Fallhöhe s erforderlich ist, um die entsprechende Endgeschwindigkeit v zu erlangen. Diese Höhe berechnet man einfach: $s = \frac{v^2}{2g}$ und sie variirt auch zwischen 359 und 45 Metern.

In der Tabelle II ist gezeigt, wie der Winkel α und ebenso die Kraft kleiner werden können, wenn diesem Drachen, der die früher berechneten Geschwindigkeiten und folglich dieselbe lebendige Kraft besitzt, ein Wind mit der Geschwindigkeit w entgegenweht. Es ist w von 5 zu 5 Meter wachsend genommen worden.

Tabelle II.

H, f, v, s und L wie früher (Tabelle I).

w	a	α	K	w	a	α	K
	$^1/_8$	4° 43′	8,25		$^1/_8$	3° 51′	6,73
5	0,43	4° 30′	7,88	25	0,43	3° 13′	5,62
	1	4° 17′	7,48		1	2° 42′	4,73
	$^1/_8$	4° 28′	7,81		$^1/_8$	3° 41′	6,43
10	0,43	4° 6′	7,16	30	0,43	3°	5,25
	1	3° 45′	6,55		1	2° 29′	4,33
	$^1/_8$	4° 14′	7,41		$^1/_8$	3° 22′	5,87
15	0,43	3° 45′	6,56	35	0,43	2° 49′	5,92
	1	3° 19′	5,8		1	2° 18′	4
	$^1/_8$	4° 2′	7,05		$^1/_8$	3° 23′	5,9
20	0,43	3° 28′	6,02	40	0,43	2° 39′	4,63
	1	2° 59′	5,21		1	2° 7′	3,7

Man findet, dass α von $4^2/_3$ bis $2^1/_6$°, die Kraft K zur Fortbewegung aber von $8^1/_7$ bis $3^7/_{10}$ Kilogramm herabsinken darf, und doch können dabei 100 Kilogramm im Gleichgewichte gehalten werden.

*) Höhe des Stefansthurmes in Wien 137,8 Meter.

Soll nicht blos Schweben, sondern Erheben mit Hilfe des Gegenwindes erzielt werden, so darf natürlich der Winkel α nicht so klein werden, wie es die Tabelle II zeigt. Ich habe deshalb berechnet, wie gross die Hebekraft und danach die Beschleunigung g', aber auch wie die Kraft K werden wird, wenn $\alpha = 5^0$ bleibt.

Die Resultate dieser Rechnungen sind in der Tabelle III niedergelegt.

Tabelle III.

f, v, s und L wie früher (Tabelle I); α stets 5^0.

w	a	H	K	g'	w	a	H	K	g'
	1/8	112,27	9,82	1,2		1/8	168,43	14,74	6,71
5	0,43	123,31	10,79	2,28	25	0,43	240,97	21,08	13,83
	1	136,52	11,94	3,58		1	339,38	29,69	23,48
	1/8	125,24	10,96	2,48		1/8	184,24	16,12	8,26
10	0,43	149,07	13,04	4,81	30	0,43	276,49	24,19	17,31
	1	178,72	15,64	7,72		1	404,28	35,37	20,04
	1/8	138,93	12,16	3,82		1/8	200,76	17,56	9,96
15	0,43	177,26	15,5	7,58	35	0,43	314,44	27,51	21,15
	1	226,6	19,83	12,42		1	474,86	41,55	36,95
	1/8	153,32	13,41	5,23		1/8	217,99	19,07	11,57
20	0,43	207,09	18,19	10,58	40	0,43	354,84	31,04	24,99
	1	280,15	24,51	17,67		1	551,12	48,22	44,25

Es ist aus dieser Tabelle ersichtlich, dass die Hebekraft H von 112 Kilogramm bis zu der bedeutenden Höhe von 551 Kilogramm anwachsen kann. Die Beschleunigung g' nimmt die Werthe 1,2 Meter bis sogar 44 Meter an. Gleichzeitig kann aber eine bewegende Kraft K von 9,8 bis 48 Kilogramm erforderlich sein.

Es ist besonders beachtenswerth, wie erstaunlich die Hebekraft anwachsen kann, wenn man bedenkt, dass eine Neigung von 5^0 immer noch eine schwache ist. Ebenso kann die Beschleunigung die enorme Höhe von 44 Meter erreichen! Und doch wächst deshalb die erforderliche Bewegungskraft nicht in solchem Maasse, das grösste Erforderniss hierbei ist 48 Kilogramm, d. h. bei einem orkanartigen Gegenwinde von 40 m Geschwindigkeit beiläufig nur das $5^1/_2$fache der ursprünglichen bei ruhiger Luft erforderlichen Kraft. Nie aber, selbst nicht unter so ungünstigen Verhältnissen, wobei aber doch eine so bedeutende Hebekraft erreicht wird, steigt die erforderliche Kraft auf die der bewegten Masse, also 100 Kilogramm!

Ich habe bis jetzt immer vorausgesetzt, wie auch aus meiner Darlegung hervorgeht, dass keine andere Triebkraft vorhanden sei, als einzig und allein die lebendige Kraft der gesetzten Masse. Ich bin eben von dem Punkte ausgegangen, wo die Masse die zum Schweben in der Luft erforderliche Geschwindigkeit besitzt. Woher sie diese nimmt oder nehmen kann, wollen wir bald sehen.

Die Werthe in Tabelle III gelten daher nur für einen bestimmten Augenblick in der Zeit. Schon im nächsten Zeitmomente werden sie sich ändern und zwar werden sie kleiner werden. Die Kraft K zehrt so lange an der lebendigen Kraft, bis deren Geschwindigkeit endlich auf jenes Niveau herabgedrückt ist, wobei das zu tragende Gewicht eben nur mehr in Schwebe erhalten, nicht aber auch höher gehoben wird. Dieser Augenblick tritt aber um so später ein, je grösser die Geschwindigkeit des Gegenwindes ist. Wir wissen, bei welcher Geschwindigkeit unser Drachen denjenigen Widerstand erfährt, der im Stande ist, die 100 Kilogramm seines Gewichtes zu tragen. Wir wissen aber auch, dass es gleichgiltig ist, ob diese Geschwindigkeit reine Eigengeschwindigkeit des Körpers oder jene virtuelle Geschwindigkeit ist, die wir durch Summirung der Eigen- und Windgeschwindigkeit erhalten. So ist es in der Wirkung ganz gleich, ob die früher in Tabelle I berechnete Geschwindigkeit von 45 Meter die Eigengeschwindigkeit des bewegten Körpers selbst ist oder ob er nur 15 Meter eigene Geschwindigkeit besitzt, wenn ihm jetzt nur ein Wind von 30 Meter Geschwindigkeit entgegenweht. Denn in beiden Fällen ist der Widerstand derselbe, darum bleibt auch die Wirkung dieselbe: Hebe- und bewegende Kraft ändern sich nicht. Ja, es kann dies soweit gehen, dass der Körper den letzten Tropfen — möchte ich sagen — seiner eigenen Geschwindigkeit abgiebt und trotzdem schwebt er noch bis zu diesem Augenblicke fort, wenn der Wind die Geschwindigkeit besitzt, die der Körper zum Schweben braucht. Denn man vergesse nicht, dass einer Kraft von $8^3/_4$ Kilogramm, die wir ursprünglich zur Fortbewegung gebraucht haben, eine solche von 100 Kilogramm entgegensteht. Also nur in dem Falle, wo das Gewicht des bewegten Körpers kleiner ist, als die erforderliche treibende Kraft, gilt das eben Gesagte nicht mehr in seiner ganzen Strenge.

Aber von dem Augenblicke an, wo der Körper sein letztes Atom von Eigengeschwindigkeit abgegeben hat, ändert sich die Situation. Der Körper ist in diesem Augenblicke ruhend, folglich muss er auch als ruhender Körper behandelt werden. Der ihm früher entgegenwehende Wind, über welchen er Herr war, gewinnt nun alle Macht über ihn und wird auch nicht anstehen, sie auszuüben. Er wird den Körper mit sich, also in seiner eigenen Richtung, fortführen, ihm nach und nach immer grössere Geschwindigkeit mittheilen, bis der Körper, wie z. B. jeder Luftballon, die Geschwindigkeit des Windes selbst hat. Dabei muss der Körper immer tiefer fallen, denn wir haben es eben mit einem Körper ohne statischen Auftrieb zu thun.

Daraus folgt nun auch, dass jene virtuelle Geschwindigkeit, bei welcher die Geschwindigkeit des Gegenwindes ein Summationsglied abgab, nicht in Rechnung gezogen werden darf, wenn die lebendige Kraft berechnet wird. In diesem Falle kann nur allein die Eigengeschwindigkeit des Körpers mitbestimmen. In jedem anderen Falle aber gilt sicher die ganze Kraft sowohl des Körpers, als des Windes.

Und endlich folgt nun weiter: Wenn unserem Drachen ein Wind von der Geschwindigkeit w entgegenweht, so kann er selbst von seiner Eigengeschwindigkeit so viel abgeben, als w selbst beträgt, vorausgesetzt, seine eigene Geschwindigkeit sei eben grösser als w oder doch wenigstens eben so gross. Während dieser Abgabe von Geschwindigkeit wird die Hebekraft zwar immer kleiner, übersteigt aber immer noch das zu hebende Gewicht, also ist auch die Beschleunigung positiv, der Drachen wird sich heben. So z. B. wissen wir, dass für $a = 3{,}43$ und $\alpha = 5^\circ$ die Geschwindigkeit gleich 45 m sein muss, damit $H = 100$ kg sei. Weht nun unter diesen Umständen ein Wind von 20 m Geschwindigkeit entgegen, so ist die gesammte virtuelle Geschwindigkeit, d. h. die „kraftgebende“ Geschwindigkeit, 65 m, und daher im ersten Augenblicke H nicht mehr 100, sondern 208 kg und die Beschleunigung $g' = 11$ m, dabei ist eine Kraft zur Fortbewegung von 18 kg erforderlich. Der Drachen wird sich so lange erheben, bis seine Eigengeschwindigkeit auf 25 m herabgegangen ist. In diesem Augenblicke ist die virtuelle Geschwindigkeit immer noch 45 m, H daher gleich 100 und $g' = \ominus$; $K = 8^3/_4$; jetzt schwebt er. Sollte er nun noch weiter die Winkelstellung von 5° beibehalten und seiner eigenen Trägheit überlassen sein, so wird er von nun an sinken, denn die Gesammtgeschwindigkeit geht unter 45 m herab, daher wird $H < G$ und g' negativ.

Noch ein Beispiel sei der Deutlichkeit halber hervorgehoben. Bei $a = 1$ und $\alpha = 5^\circ$ ist zum Schwebenderhalten von 100 kg Gewicht nur 30 m Geschwindigkeit nothwendig. Weht aber unter diesen Umständen ein Wind mit 40 m Geschwindigkeit entgegen, so ist die virtuelle Geschwindigkeit des Drachens mit 70 m zu rechnen und dann ergiebt sich aus dem gewaltigen Widerstande solcher Geschwindigkeit eine Hebekraft von 551 kg und eine Beschleunigung von 44 m. In diesem Augenblicke ist eine von der lebendigen Kraft zu leistende Arbeit von 48 kg nothwendig. Die Eigengeschwindigkeit des Drachens wird also allmählich kleiner und kann in diesem Falle bis auf Null herabgehen. Es können also die gesammten 30 m Geschwindigkeit desselben abgegeben werden, nicht aber 40 m, die der Wind besitzt. Nach Abgabe der vollen Eigengeschwindigkeit würde unser Drachen vom Winde erfasst, mit demselben fortgerissen und mit allmählich wachsender Geschwindigkeit in einer der früheren entgegengesetzen Richtung, d. h. in der Richtung des Windes, weiter geführt werden, zugleich würde er unvermeidlich fallen, da nicht vorausgesetzt wird, dass Flügelschläge ausgeführt werden, welche die ursprüngliche Höhe erhalten würden.

Das unter den angegebenen Umständen nothwendig erfolgende Sinken braucht aber nicht zum Nachtheile des Flugzweckes auszufallen, wenn man die Sache geschickt anpackt, d. h. auch jetzt die Verhältnisse ausnutzt, wie es auch der Vogel zu thun weiss.

Ich meine es so: Sobald der Augenblick des Schwebens gekommen ist, d. h. der Uebergang vom Steigen zum Sinken, soll der Winkel α negativ

werden, also die Drachenfläche eine Lage erhalten, dass der Winkelschenkel, den die Drachenfläche bildet, unter dem Horizonte zu liegen kommt. Dann wird der Drachen um so sicherer und schneller fallen. Aber das liegt jetzt in unserer Absicht. Wehte selbst kein Wind, so hätte doch der Drachen durch das vorhergegangene Erheben Spannkraft der Lage erlangt, die er durch einfaches Herabsenken in lebendige Kraft umwandelt. In Folge seiner Schiefstellung und des Luftwiderstandes von unten wird der Drachen schief herabgleiten, eine immer grössere Geschwindigkeit und daher immer grössere lebendige Kraft erlangen. Der neue Zuwachs an Geschwindigkeit ist ja aber der Ersatz der verloren gegangenen. Giebt uns also die Schwerkraft wieder, was wir brauchen, so kann das Erheben von Neuem stattfinden.

So wird durch abwechselndes Heben und Senken eine Wellenlinie beschrieben, deren Berge und Thäler aber allmählich abflachen, jedoch nur dann, wenn die Gravitation allein wirksam ist, da eben die Widerstände der Reibung und des Mittels schliesslich alle vorhandene ursprüngliche Arbeitskraft aufzehren, da sie nicht anderweitig ersetzt wird.

Ganz anders ist es aber, wenn wir auch die Windeskraft in Rechnung ziehen, die eine unerschöpfliche Arbeitsquelle bietet.

Machen wir wieder die Voraussetzung, der Drachen besitze an virtueller Geschwindigkeit so viel, als er eben zum Schweben braucht und α werde dann negativ. Wie nun schon früher bei Besprechung des Vogelfluges entwickelt wurde, so lehrt die Formel für die Hebekraft, dass mit negativem Winkel auch diese Kraft negativ wird, d. h. sie hebt den Drachen nicht mehr, sondern sie treibt ihn abwärts. Hebekraft und Schwerkraft summiren sich also und daher wird das Resultat nicht bloss eine Kraft von 100 Kilogramm, welche durch das Gewicht dargestellt wird, sein, sondern eine grössere, die sich nach der Formel berechnen lässt. Da aber die Masse dieselbe bleibt, die Kraft aber grösser wird, so muss die Acceleration grösser werden. Von einer gewissen Höhe herabfallend (herabgleitend), wird also der Drachen mit grösserer Geschwindigkeit am Fusse der Höhe anlangen, als ihm die Erde allein zu geben vermag. Oder umgekehrt, dieselbe Geschwindigkeit wird bei der veränderten Acceleration schon bei kleinerer Fallhöhe erreicht. Es kann also die beim Erheben zugesetzte Geschwindigkeit schon sehr bald und bei kleiner Fallhöhe wiedererlangt werden, wenn die Windeskraft dazu hilft.

Aber nicht genug daran, so kann auch der Winkel α bedeutend mitwirken, wenn er auch nicht Arbeitskraft geben kann. Wenn es beim Erheben wirthschaftlich ist, den Winkel so klein als möglich zu nehmen, weil dabei die treibende Kraft klein ist und daher der Arbeitsvorrath nicht so bald verbraucht wird, so fällt dieser Grund beim Senken ganz weg. Im Gegentheile: wir wollen, dass der Wind womöglich seine ganze Kraft entfalte und werden ihm daher so viel als möglich Widerstandsfläche bieten; wir

werden daher den negativen Winkel so gross als möglich nehmen (den absoluten Werth), etwa 45 Grad. Dadurch erhält die negative Hebekraft absolut den möglichst grössten Werth und mit ihr auch die negative Beschleunigung g'. Das Ergebniss kennen wir schon.

Ich habe auch für diesen Fall bestimmte Werthe berechnet und in der Tabelle IV. zusammengestellt.

Tabelle IV.

f und v, letzeres aber virtuell genommen, wie früher (Tabelle I.), $\alpha = -45^0$, s = 10 m, v_0 ist die Eigengeschwindigkeit im Beginne des Sinkens.

w	a	— H	— g'	v''	v_0	L
5	1/8	4 672,2	468,06	96,75	78,95	31 775
	0,43	„	„	„	40,26	8 263
	1	„	„	„	24,68	3 105,1
10	1/8	„	„	„	73,95	27 878
	0,43	„	„	„	35,26	6 338
	1	„	„	„	19,68	1 974,4
15	1/8	„	„	„	68,95	24 243
	0,43	„	„	„	30,26	4 668
	1	„	„	„	14,68	1 098,6
20	1/8	„	„	„	63,95	20 848
	0,43	„	„	„	25,26	3 252,8
	1	„	„	„	9,68	477,68
25	1/8	„	„	„	58,95	17 715
	0,43	„	„	„	20,26	2 092,5
	1	„	„	„	4,68	111,65
30	1/8	„	„	„	53,95	14 838
	0,43	„	„	„	15,26	1 187
	1	„	„	„	0	0
35	1/8	„	„	„	48,95	12 215
	0,43	„	„	„	10,26	536,64
	1	6 496,5	646,99	113,75	0	0
40	1/8	4 672,2	468,06	96,75	43,95	9 847
	0,43	„	„	„	5,26	141,04
	1	8 485,3	842,05	129,77	0	0

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass bei einem Winkel von — 45 Grad die Kraft, mit welcher die Masse unseres Drachens herabgeschleudert wird, 4672 bis 8485 Kilogramm sein kann, mit ihr die Beschleunigung 468 bis 842 Meter. Gleitet nun der Drachen unter dem Einflusse solcher Kräfte bloss 10 Meter tief herab, so erreicht er eine Endgeschwindigkeit von 97 resp. 130 Meter, wie aus der Spalte v'' zu entnehmen ist. Beim freien Fall erlangt er aber nur eine Geschwindigkeit von $\sqrt{2\,g\,s} = \sqrt{2\,.\,10\,.\,10} = 14$ Metern ca.

Diese letzten Endgeschwindigkeiten sind reine Eigengeschwindigkeiten des Drachens, nicht virtuelle Geschwindigkeiten. Mit diesen erhöhten Eigengeschwindigkeiten kehrt er sich nun noch dem Winde entgegen und dessen Geschwindigkeiten summiren sich mit jenen. So finden wir jetzt, wenn wir nur die kleinsten Werthe als Beispiele herausheben: 97 Meter Eigen- und 5 Meter Windgeschwindigkeit giebt 102 Meter virtuellen Werth der Geschwindigkeit. Bei +5° Neigung giebt dies nun:

a	H	g'
1/8	147,62 kg	4,67 m
0,43	507,8 kg	40 m
1	1181 kg	106 m

Es ist also jetzt mehr Erhebungfähigkeit vorhanden, als je zuvor. Wird nun auch jetzt jenes Spiel mit abwechselndem Heben und Senken ausgeführt, so ist die Flugbahn wieder eine Wellenlinie, die Berge und Thäler derselben werden aber jetzt immer steiler werden oder die erreichbare Höhe wird immer grösser.

Und das Schlussglied dieser logischen Kette?

Der Wind ist ein Motor von vollkommen ausreichender Kraft!

Man wird mir vielleicht den Einwand entgegenhalten, die berechneten Zahlenbeispiele seien von lächerlicher Grösse. Nun, meine Zahlen sollen nur die Durchführung meiner Theorie bis zur äussersten Konsequenz darstellen. Nicht als ob ich meinte, wir müssten uns durchaus mit solch enormen Geschwindigkeiten bewegen! Aber jene Zahlen machen doch klar, dass die Idee, nach den hier entwickelten Grundsätzen ein brauchbares lenkbares Luftschiff zu bauen, eine gesunde ist, und dies wollte ich zeigen und in sofern halte ich mit Ueberzeugung fest daran. Würde uns die praktische Mechanik nicht gerade hier so sehr im Stiche lassen durch die Unsicherheit der anzuwendenden Formel, so könnte wohl mit ganzer Genauigkeit gesagt werden, welche Geschwindigkeit für den bestimmten Zweck erforderlich ist; so aber bleibt uns wohl nichts anderes übrig, als beiläufig die Grenzwerthe anzugeben, innerhalb welcher wir uns bewegen werden. Ich habe guten Grund zu der Ansicht, der Widerstand der Luft sei grösser, als die Formel hierfür ergiebt, dann sind aber auch jene grossen Geschwindigkeiten nicht mehr erforderlich, an denen man möglicherweise Anstoss findet. Wie dem aber auch immer sei, niemals hindert der grössere oder kleinere Widerstand die Ausführbarkeit der Idee. Denn ist der Luftwiderstand klein, so kann auch eben deshalb die in diesem Falle erforderliche grössere Geschwindigkeit durch die Schwerkraft erreicht werden; ist dagegen dieser Widerstand gross und hindert er das Uebergehen zu sehr grossen Geschwindigkeiten, so folgt doch daraus, dass wir sie auch nicht brauchen! Denn nur dann, wenn der Widerstand gleich der Kraft ist, welche die Geschwindigkeit ertheilt, also wenn er gleich dem Gewichte des bewegten Körpers ist, hört ein Zuwachs der Geschwindigkeit auf, dann ist aber auch unser Zweck erreicht. Andererseits darf nicht

vergessen werden, dass wir uns bei einer derartigen Bewegung, die ich beschrieben habe, niemals mit der ganzen Breite der Fläche der Bewegung entgegenstemmen, wie etwa mit einem Fallschirme, sondern im Gegentheile, immer ist eine mehr oder weniger scharfe Kante in der Bewegungsrichtung, ganz so wie beim Vogel.

Die Windeskraft, den Zwecken der Luftschifffahrt dienstbar gemacht, ist einer viel umfassenderen Anwendung fähig, als sie es jemals für die Segelschifffahrt und andere technische Zwecke war, so dass sie fast nie versagen wird. Denn erstens weht erfahrungsgemäss in den oberen Luftschichten fast stets ein Wind, zudem ist derselbe auch kräftiger als in der Nähe des Bodens; zweitens kann der Luftschiffer sich die Luftschicht aufsuchen, in welcher der gewünschte Wind herrscht und drittens kann eben der Luftschiffer eher und durch längere Zeit hindurch auch ohne Luftzug schiffen, da er eben in sehr schneller Bewegung ist, auch mit grösster Wahrscheinlichkeit eine neue Windgegend auffinden kann. Alle diese günstigen Umstände sprechen für den Schiffer zu Wasser nicht.

Wenn ich die Bezeichnung „Gegenwind“ in ihrer vollen Strenge gebraucht hätte, so wäre damit gar nichts gewonnen mit Bezug auf die Abhängigkeit von der Windrichtung, an welchem Uebel ja der Ballon noch immer laborirt. Es versteht sich aber wohl von selbst, dass unter Gegenwind eben so gut eine Komponente desselben verstanden sein kann und damit besteht jene Abhängigkeit von der Windrichtung nicht mehr für das hier gedachte Luftschiff. Es folgt aber auch hieraus, dass das Luftschiffen mit Hilfe des Windes ebenso eine zu erlernende Fertigkeit sein wird, als das Beschiffen des Wassers mit Anwendung der Segel.

Aus der Theorie der Flugbewegung des Segelns geht auch noch mit aller Sicherheit hervor, dass es nicht richtig ist, wenn von mancher Seite behauptet wird, ein dynamisches Luftschiff könne nur dann brauchbar sein, wenn Gewicht und Flügelfläche in einem ganz bestimmten Verhältnisse zu einander stünden, welches Verhältniss noch nicht aufgefunden wurde und eigentlich das wahre Geheimniss des dynamischen Fluges sei. Mit Hilfe der hier entwickelten Formeln kann nichts leichter sein, als die Widerlegung dieser Behauptung. Würde ich in der Formel für die Hebekraft $H = av^2 f \sin^2 \alpha \cos \alpha$ statt 100 Kilogramm als zu hebendes Gewicht etwa 200 Kilogramm gesetzt, die 15 Quadratmeter Drachenfläche aber beibehalten haben, so hätte sich bei derselben Flügelneigung nur die erforderliche Geschwindigkeit geändert, d. h. diese müsste grösser sein. Und eben so umgekehrt. Ist die Drachenfläche f grösser, also vielleicht 30 Quadratmeter, und es sollen dabei 100 Kilogramm gehoben werden, so ändert sich bei derselben Flügelneigung wieder nur die Geschwindigkeit: sie wird jetzt kleiner. Immer aber ist es sicher möglich, den Zweck zu erreichen, wenn auch nicht abgesprochen werden soll, dass es in dieser Hinsicht mehr oder weniger günstige Verhältnisse giebt und geben kann. Das eigentliche Geheimniss des dynamischen Fluges aber ist die Geschwindigkeit.

Die Vogelwelt oder eigentlich die gesammte fliegende Welt beweist dies ebenso. Es giebt schwere Vögel mit kleinen Flügeln und es giebt leichte Vögel mit grossen Flügeln, beide Arten fliegen aber, wenn auch, wie natürlich, die einen schwerfälliger, als die anderen; die Geschwindigkeit sowohl des Flügelschlages, als auch der horizontalen Fortbewegung muss die Ausgleichung bewirken. Auch könnte ja, wenn wirklich dieses bestimmte Verhältniss so unumgänglich nothwendig wäre, ein Raubvogel keine Beute in die Lüfte tragen und doch ist zuweilen das Beutethier schwerer, als der Vogel selbst!

Schliesslich hat Pettigrew einige interessante Versuche angestellt, deren Ergebnisse sich jener Behauptung ebenso diametral entgegenstellen, wie meine theoretische Ableitung. Er schnitt Flügeltheile bei verschiedenen Insekten ab und bemerkte, dass die Insekten selbst dann noch ein „vollkommenes Flugvermögen" besassen, als die entfernten Theile die Hälfte, ja zwei Drittel der Flügel betrugen; nur der Flügelton wurde höher. Pettigrew sagt selbst, dass er darauf nicht gefasst war, unter solch ungünstigen Verhältnissen, wenn nämlich nur mehr ein Stummel von einem Drittheile des Flügels vorhanden war, ein vollkommenes Flugvermögen beobachten zu können. Seiner Erklärung der Thatsache stimme ich vollkommen bei. Er sagt nämlich auch, der höhere Ton beweise, dass die Geschwindigkeit der Flügelbewegung beim Flügelstummel grösser geworden sei.

Ich kehre nun wieder zum Ausgangspunkte meiner Betrachtung zurück. Dieser bildete nämlich die Voraussetzung, der den segelnden Vogel nachahmende Drache habe die nothwendige Geschwindigkeit zum Schwebenderhalten und ich habe dann gezeigt, wie es ihm möglich ist, sich in der Folge weiter zu helfen. Es erübrigt nur also noch, zu zeigen, welche Kraft ihm diese Anfangsgeschwindigkeit ertheilen kann und soll.

Ich meine, die menschliche Kraft selbst wird dazu ausreichen.

Den Beweis hierfür will ich erbringen. (Schluss folgt.)

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Ackermann's Illustrirte Wiener Gewerbe-Zeitung. 15. Jahrgang. No. 18. Wien, 16. September 1886.

Das genannte Blatt bringt in der angegebenen Nummer einen Artikel über photographische Moment-Aufnahmen vom Luftballon aus, in dem nach einigen historischen Rückblicken vornehmlich der gelungenen Bilder des Herrn Victor Silberer in Wien gedacht wird, welche auch zugleich durch wohlgelungene Clichés zur Wiedergabe gelangen.

Der Aufsatz bietet nichts Neues, sondern beschränkt sich auf das Hervorheben der Schwierigkeiten dieser Art von Aufnahmen und der Bravour des Herrn Silberer, allein mit der „Vindobona" zu fahren. Als Schwierigkeit wird die

Aufwärtsbewegung angegeben, in der sich der Ballon noch befand, seine Seitwärtsbewegung mit dem Winde, das Pendeln des Korbes und das Drehen des Ballons.

Man ist im Allgemeinen geneigt, gerade diese vom Ballon abhängigen Umstände bedeutend zu überschätzen. Bei verhältnissmässig so bedeutenden Entfernungen macht eine Verschiebung des Bildes während der kurzen Expositionszeit nicht soviel aus, um dasselbe unscharf erscheinen zu lassen. Die Bewegungen des Ballons sind ruhiger, als man anzunehmen gewöhnt ist. Einen Beweis dafür bietet die Schärfe, welche man auch bei sonst weniger gut gelungenen Ballon-Photographien wahrnehmen kann. Nur wenn durch ungeschickte Bewegung der Insassen der Korb in zitterndes Schwanken geräth, wird ein Ballonbild in der Schärfe tadelnswerth werden. Vortheilhaft ist es daher für solche Zwecke, möglichst allein zu fahren. Gute Aufnahmen sind bei Beachtung des Vorgesagten allein bei gutem Lichte möglich. Solches wird auch Herr Silberer am Tage seiner Auffahrt gehabt haben. Es sei übrigens hierbei darauf hingewiesen, dass die auf der Naturforscher-Ausstellung in Berlin ausgestellten Photographien des Herrn von Siegsfeldt und Freiherrn von Selt theilweise als vielverheissende Resultate angesehen werden müssen. Viele waren zwar etwas matt, aber doch scharf und deutlich, so dass sie den Ansprüchen für ein militärisches Rekognosciren genügen könnten. Unter den bei vortheilhafter Beleuchtung gefertigten sind, als beinahe tadellos in der Durcharbeitung aller Details, einige des Freiherrn von Selt zu erwähnen. Eines dieser Bilder stellt uns von ca. 800 Meter Höhe aus gesehen das Terrain zwischen dem Lehrter Bahnhof und dem Zellengefängniss in Berlin in überraschender Deutlichkeit dar. In dem darauf befindlichen Theile der Jubiläums-Kunstausstellung ist genau die Zahl der Tische und Stühle vor den Restaurationen zu zählen. Wie auch der Aufsatz der Wiener Zeitung sagt, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass diese Verwendung der Momentphotographie militärisch und wissenschaftlich ausgenutzt werden wird, und es wäre allerdings wohl wünschenswerth, wenn sich auch Oesterreich, welches in der Photographie so hervorragende Pioniere besitzt, an der praktischen Förderung dieses speziellen Zweiges betheiligen könnte. Mck.

L'Aéronaute, Bulletin mensuel illustrée de la navigaton aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve. 19 Année. No. 9, Septembre. Paris, 1886.

F. Lhoste und J. Mangot. Ueberfahrt von Cherbourg nach London.

Nachdem die Ueberfahrt von Boulogne nach der englischen Küste sich zu wiederholten Malen nur unter abwechselnder Benutzung zweier übereinander gelagerter Luftströme hat ausführen lassen, erkannten die genannten Herren, dass der regelmässig wehende Südsüdostwind ihnen grosse Chancen für das Gelingen der Ueberfahrt von Cherbourg aus bieten würde, obgleich der Kanal dort etwa viermal so breit ist, als an der ersten Stelle.

Sie benutzten am 29. Juli die günstige Gelegenheit. Um 6 Uhr abends begannen sie die Füllung, hatten sie um 11 Uhr beendigt und verstauten nun in der folgenden halben Stunde die zahlreichen Geräthschaften, nämlich:

1. Eine Schraube, unterhalb der Gondel.
2. Ein dreieckiges Segel, welches vom Aequatorring zu einer am Gondelring befestigten 4,5 Meter langen Raae lief.
3. Ein Schleppseil, 80 Meter lang.

4. Einen Schwimmzaum, zylindrisch-konisch, 165 Centimeter hoch und 22 Centimeter im Durchmesser.
5. Einen kegelförmigen Behälter von 400 Liter Inhalt.
6. Zwei Eimer an einem Seil ohne Ende von 160 Meter Länge.
7. Einen Kranz von Kork für die Gondel, um sie unversinkbar zu machen.
8. Zehn Sack Sand, jeder zu 20 Kilogramm.
9. Die unumgänglich nöthigen Instrumente.

Um halb zwölf Uhr begann die Auffahrt sehr langsam bis zu einer Höhe von 400 Metern, welche bis halb vier Uhr Morgens innegehalten wurde.

„Kaum hatten wir die Rhede verlassen, als wir sahen, wie unsere Marine sich anstrengte, unserem Ballon mit dem elektrischen Lichte, System Mangin, zu folgen. Wir haben mit Vergnügen konstatirt, dass trotz der Geschicklichkeit der mit diesem wichtigen Versuche beauftragten Offiziere der die Atmosphäre durchfegende Strahlenbüschel uns niemals getroffen hat. Dieser Misserfolg von Leuten, die an das Aufsuchen von Torpedoboten gewöhnt sind, beweist den grossen Vortheil, welchen die Ballons haben würden, um sich einem bestimmten Punkte zu nähern.“

Im Ferneren beschreiben die Herren die ausserordentliche Schönheit und Klarheit der Nacht. „Die Milchstrasse gab eine genügende Helle, um das Barometer ablesen zu können.“ (?!) Zahlreiche Sternschnuppen, welche theils bestimmte Radiationspunkte hatten, theils sporadisch auftraten, erhöhten das Interessante der Fahrt.

Um dem voraussichtlichen Steigen durch den erwärmenden Einfluss der Sonne möglichst entgegenzuwirken, arbeiteten die beiden Männer, ohne irgendwie Gas zu opfern, den Ballon vermittelst der Schraube so weit zum Meere hinab, dass der Schwimmer eintauchen, sich mit Wasser füllen und dadurch den Ballon in dieser Höhe fesseln konnte. Den damit verbundenen Verlust an Geschwindigkeit ersetzte zum Theil die nun einsetzende Wirkung des Segels, welches übrigens auch infolge seiner schrägen Stellung eine bedeutende seitliche Ablenkung verursachte. Dies war in der Nähe der Insel Wight, wie man aus der sehr interessanten beigegebenen Zeichnung ersehen kann.

Kurz vor Beendigung der Seefahrt wurde der Schwimmer umgekehrt und also entleert. Die nun ungehindert zur Geltung kommende Sonnenwärme trieb den Ballon schnell zu einer Höhe von 1250 Meter, aus der man sich dann schnell, aber glücklich in unmittelbarer Nähe von London niederliess. —

— Ch. de Louvrié: Ueber den Drachen des Herrn Maillot. Herr Louvrié, der aus früheren Aufsätzen des Aéronaute als kenntnissreicher und zuverlässiger Rechner bekannt ist, macht Herrn du Hauvel darauf aufmerksam, dass er in den neulich an das Referat über den Maillot'schen Drachen geknüpften Rechnungen unhaltbare Behauptungen gemacht habe. Nicht nur, dass er eingestandenermaassen keine zuverlässigen Messungen hat anstellen können, welche zu dem Schlusse berechtigten, dass der Luftwiderstand gegen eine geneigte Fläche mit dem Quadrate des Sinus, statt mit der ersten Potenz proportional sei, so hat er auch bei seiner Rechnung die Vertikalkomponente der Seilspannung ganz übersehen.

Schliesslich benutzt Louvrié diese Gelegenheit, um für den Flug, d, h. den dynamischen, eine Lanze zu brechen. Gl.

La Nature. Rédigée par G. Tissandier. 14. Année. No. 686. Paris, 24. Juillet 1886.

Die bezeichnete Nummer des Blattes enthält einen Aufsatz über Ballonphotographie mit drei sehr wohlgelungenen Clichés.

Eine stellt das Quartier des Pantheon von einer Höhe von 720 Meter aus dar. Die Aufnahme erfolgte bei einer Fahrt am 16. Juli, die von Major Charles Renard, Kapitän Paul Renard und dem Photographen Georget ausgeführt wurde.

Die beiden anderen sind Ansichten von Sèvres aus 800 Meter und der Stadt Bellème von 1100 Meter Höhe, beide von Nadar bei einer Auffahrt mit A. und G. Tissandier am 2. Juli gefertigt. Nadar hat bei dieser Fahrt 30 Aufnahmen gemacht, von denen ein Dutzend sehr gut ausgefallen sein sollen, während die übrigen in den Details weniger durchgearbeitet waren. Mck.

Protokoll

der am 9. Oktober 1886 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender i. V.: Gerlach; Schriftführer i. V.: Dr. Schäffer.

Tagesordnung: Vortrag des Herrn Dr. Angerstein über einige physikalische Eigenschaften der Atmosphäre; Bericht der technischen Kommission; Geschäftliche Mittheilungen.

Die Sitzung wurde um 7 Uhr 45 Minuten von Herrn Gerlach eröffnet. Der Vorsitzende verlas zunächst das Protokoll der vorhergegangenen Sitzung. Da Material zu geschäftlichen Mittheilungen nicht vorlag, so erhielt darauf Herr Dr. Angerstein das Wort und begann letzterer seinen Vortrag über einige physikalische Eigenschaften der Atmosphäre. Redner führte in fesselnder Weise die Haupteigenschaften der Atmosphäre an und hatte dabei vielfach Gelegenheit, auf die Nothwendigkeit hinzuweisen, dass die Luftschiffer vollkommen vertraut sein müssen mit den Lehren der Physik. An den mit grossem Beifall aufgenommenen Vortrag knüpfte sich eine Debatte, wobei einige Mitglieder, die zahlreiche Luftfahrten unternommen haben, ihre Erfahrungen und Beobachtungen mittheilten.

Der Vorsitzende sprach dem Herrn Dr. Angerstein den Dank des Vereins für den sehr interessanten und anregenden Vortrag aus. Nach Mittheilungen des Vorsitzenden wünscht Herr Kellner aus Frankfurt a. M., der ohne seinen Willen als aus dem Verein ausgetreten geführt worden ist, seine Wiederaufnahme. Der Verein beschliesst dieselbe.

Die nächste Sitzung wird auf Freitag den 12. November festgesetzt. Die Sitzung wurde um 10 Uhr geschlossen.

Protokoll

der am 12. November 1886 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Müllenhoff, Schriftführer: Dr. Kronberg.

Tagesordnung: Vortrag des Herrn Oberlehrer Gerlach: Beitrag zur Erklärung des Segelfluges der Vögel; Berathung über die künftigen Sitzungstage; Berathung über die in der letzten Sitzung angeregten Veränderungen der Vereinsstatuten; Mittheilungen der technischen Kommission; Geschäftliche Mittheilungen.

Dr. Müllenhoff theilt mit, dass zur Mitgliedschaft angemeldet seien: Herr Lieutenant Lambrecht in Berlin und Herr Georg Duncker in Hamburg; seinen Austritt hat angemeldet Herr Oberingenieur Frischen in Berlin.

Es folgte sodann der angekündigte Vortrag des Herrn Gerlach: Beitrag zur Erklärung des Segelfluges der Vögel, welcher in der Vereinszeitschrift zum Abdruck gelangen wird.

An der sich an den Vortrag anschliessenden Diskussion betheiligten sich die Herren Regely, Müllenhoff, Schäffer, Moedebeck und Priess.

Herr Regely hebt hervor, dass viele der von dem Vortragenden ausgeführten Sätze übereinstimmen mit einer von dem Lord Raleigh gegebenen Erklärung des Schwebefluges, welche auch in einem ausführlichen und sehr guten Referate der Kölnischen Zeitung zu Anfang dieses Jahres behandelt ist.

Herr Gerlach bemerkt dazu, dass er ohne Kenntniss von dieser Arbeit des Lord Raleigh und auch des Referates bereits bei einer früheren Publikation zu genau dem gleichen Resultat gelangt ist, wie jener bekannte Forscher.

Die Herren Dr. Müllenhoff und Dr. Schäffer beschreiben von ihnen beobachtete Flugmanöver bei Raubvögeln und Störchen, welche nur durch die Annahme aufsteigender Luftströmungen erklärlich seien.

Herr Priess legt den aufsteigenden Luftströmen grosse Wichtigkeit für die Praxis der Luftschifffahrt bei, namentlich die Wälder beeinflussten den Ballon.

Herr Moedebeck bestätigt dieses unter Eingehen auf die besonderen Bodenbeschaffenheit des Terrains. Die Wälder ziehen den Ballon indessen nicht immer an; es sind Unterschiede zu machen zwischen feuchten Laubwäldern und märkischen Kieferwäldern, welche letztere unter Umständen sogar abstossend auf den Ballon wirken könnten.

Es wird sodann in die Berathung eingetreten, welcher Sitzungstag für die Folge zu wählen sei.

Herr Dr. Angerstein hebt hervor, dass der Sonnabend, wie die Praxis gezeigt habe, jedem anderen Tage vorzuziehen sei, nur dürfe die Versammlung nicht allzu früh angesetzt werden. Die Versammlung setzte sodann den zweiten Sonnabend im Monat als Tag und 8 Uhr als Beginn der Sitzungen fest.

Zu Punkt 3 der Tagesordnung schlug Herr Gerlach vor, die Sitzungen seltener abzuhalten, die Zeitschrift zu beschränken, den Jahresbeitrag zu vermindern und die Statuten diesen Vorschlägen entsprechend abzuändern.

Herr Dr. Angerstein hält eine Verminderung der Sitzungstage nicht für zweckmässig, zumal ursprünglich monatlich zwei Sitzungen abgehalten wurden; dieselbe empfehle sich auch wohl nicht mit Rücksicht auf einen möglichst regen Ideenaustausch unter den Vereinsmitgliedern.

Herr Dr. Schäffer spricht für die Beibehaltung der üblichen Jahresbeiträge.

An der ferneren Diskussion über Punkt 3 der Tagesordnung betheiligten sich noch die Herren Oschatz, Priess, Regely, Gerlach und Moedebeck.

Vor Schluss der Sitzung wird auf Anregung des Herrn Priess noch beschlossen, das Andenken des vor einem Jahre verstorbenen, um den Verein hochverdienten Freiherrn vom Hagen durch Niederlegung eines Kranzes auf seiner Ruhestätte zu ehren. Die Ausführung dieses Beschlusses übernimmt der Vorsitzende des Vereins, Herr Dr. Müllenhoff.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W.,
Gneisenau-Strasse 28.
Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat,
Berlin W., Jäger-Strasse 73.

V. Jahrgang. 1886. Heft XI.

Anleitung zum wissenschaftlichen Ballonfahren auf Grund der Renard'schen Prinzipien.

Vortrag, gehalten im Deutschen Verein zur Förderung der Luftschifffahrt
von **Hermann Moedebeck.**

Die Renard'schen Prinzipien sind Folgerungen, welche dieser französische Kommandant aus den auf einen Ballon einwirkenden Gesetzen der Physik für die Praxis des Luftfahrens gezogen hat. Als erster Luftfahrer, der in dieser Weise Theorie mit Praxis verband, dürfte er es wohl verdient haben, dass die Regeln, die vordem von keinem Luftschiffer befolgt wurden, mit seinem Namen bezeichnet werden.

Renard geht davon aus, dass die Kunst des Ballonfahrens darauf beruhe, dass man den Ballon möglichst lange Zeit in der Luft im Gleichgewicht erhalte. Dadurch allein kann man darauf rechnen, grössere Reisen zu unternehmen und in Kriegszeiten bei ungünstigem Winde in das Feindesland hinein, vielleicht über dieses hinweg in neutrales Gebiet zu gelangen. Diese Kunst nun ist nicht ohne ein gewisses Verständniss für die Theorie in der Praxis zur Ausführung zu bringen. Das sachgemässe und gefahrsichere Fahren beruht auf fortwährenden Kombinationen aus den sich darbietenden Beobachtungen und diese Geistesarbeit dürfte kaum eine stets richtige sein, wenn die physikalischen Grundbegriffe bei dem Führer nicht vorausgesetzt werden können. Leider muss das letztere für den weitaus grössten Theil der heutigen Luftschiffer als zutreffend bezeichnet werden. Sie sind mehr Geschäftsleute, als wirkliche Luftschiffer. Dieser Zustand kann und wird sich aber auch nur dann ändern, wenn die Ausübung der Luftschifffahrt billiger wird und ihr von

Seiten des Militairs, der Meteorologie und des Verkehrswesens für den Krieg (Luftpost) ein zielbewusstes ernstes Arbeitsfeld zugewiesen wird. Alsdann wird auch die Nothwendigkeit einer Luftschifferschule allgemein eingesehen werden. Bislang aber soll in dem Folgenden den vorhandenen Luftschiffern eine Anregung gegeben werden, deren Beachtung und Befolgung fruchtbringend auf die Fortentwicklung der Aëronautik einwirken möchte.

Der Ballon untersteht dem von Archimedes aufgestellten aërostatischen Prinzip. Danach befindet er sich im Gleichgewicht, wenn das Gewicht der durch ihn verdrängten Luft gleich ist seinem Gesammtgewichte. Es sei:

das Volumen des Ballons . . . . $= V$
das Gewicht des Ballon-Materials und Personals $= G$
das Gewicht der Luft pro 1 cbm . . . . . $= d$
" " des Gases pro 1 cbm . . . . . $= d'$

so lässt sich obiger Satz durch folgende Formel zum Ausdruck bringen:

$$1)\ V d = V d' + G.$$

Wenn die Gleichgewichtslage sich über dem Erdboden in beliebiger Höhe befindet, ändern sich infolge des nach oben abnehmenden Luftdrucks die Dichten von Luft und Gas. Dies geschieht nach dem von Mariotte nachgewiesenen Gesetz, welches folgenden Ausdruck hat:

$$\frac{d'}{d''} = \frac{h''}{h'}.$$

Darin bedeuten h' und h'' die in Millimeter Quecksilber angegebenen verschiedenen Höhen. Legt man das Gleichgewicht bei dem Normaldruck von 760 mm in Höhe des Meeresspiegels zu Grunde, so ergiebt sich für die Höhe x eine Dichte der Luft von $\frac{d\,x}{760}$ und des Gases von $\frac{d'\,x}{760}$. Die Formel 1 wird dadurch in folgender Weise umgewandelt:

$$2)\ \frac{V d\, x}{760} = \frac{V d'\, x}{760} + G'.$$

d. h. d und d' sind um dasselbe Verhältniss kleiner geworden. Um das Gleichgewicht nicht zu stören, muss demnach auch G kleiner werden und die Grösse eines neuen Werthes G' annehmen. Will man aber erfahren, um wieviel G kleiner werden muss, um eine bestimmte Höhe x mit dem Ballon zu erreichen, so bedarf es einer Subtraktion der Formel 2 von 1. Man erhält dann:

$$V d - \frac{V d\, x}{760} = V d' + G - \left(\frac{V d'\, x}{760} + G'\right)$$

$$\text{oder } V d \left(1 - \frac{x}{760}\right) = V d' \left(1 - \frac{x}{760}\right) + G - G'$$

$$\text{es sei } G - G' = g$$

dann ist:

$$3)\ g = V (d - d') \left(1 - \frac{x}{760}\right)$$

Diese Formel giebt dem Luftschiffer darüber Aufschluss, wieviel Ballast er auswerfen muss, um unter normalen Verhältnissen die Höhe x zu erreichen.

Die Höhe x nun, welche man sich für die Fahrt als Höhenlage wählt, richtet sich ganz nach dem auf der Erdoberfläche wehenden Wind. Jeder Ballon wird vor seiner Abfahrt abgewogen, d. h. man belastet ihn zunächst in dem Maasse, dass er auf dem Erdboden im Gleichgewichte ist und nimmt dann so lange Ballast heraus, bis man sicher ist, dass der Aufstieg als Resultante aus Wind und Auftrieb unter einem Winkel von statten gehen wird, der für ein Anlaufen des Ballons gegen Terrain-Gegenstände Sicherheit bietet. Wenn es irgend möglich ist, wählt man indess die Höhe x recht niedrig, weil man dadurch um so viel Gas mehr für die Luftreise mitnehmen kann.

Das Grundprinzip für lang dauernde Fahrten beruht allein auf der Erhaltung des Gases, welches durch seinen Auftrieb die Schwerkraft des Materials und Personals überwindet. Die Erhaltung des Ballons in der niedrigsten Gleichgewichtslage würde für die Befolgung dieses Prinzips das beste sein. Leider finden aber theils fortdauernde, theils unterbrochene Gleichgewichtsstörungen statt, welche auf verschiedene Ursachen zurückzuführen sind, die der Luftschiffer wissen oder erkennen und durch geschickte sparsame Ballastabgabe bekämpfen muss. Der klaren Uebersicht wegen seien alle Störungsursachen zunächst hier tabellarisch aufgeführt.

Die vom Traggase herrührenden Ursachen der Gleichgewichtsstörung sind zurückzuführen auf dessen Veränderung durch:

a) Druck,
b) Temperatur,
c) Feuchtigkeit.

Die vom Ballon-Material herrührenden Ursachen einer Gleichgewichtsstörung sind (gutes Material vorausgesetzt) abhängig von:

a) der Widerstandsfähigkeit der Hülle gegen Diffusion,
b) der Gewichtsveränderung des Materials durch wechselseitige Einwirkung von Feuchtigkeit und Temperatur.

Aus dem Grundprinzip geht zur Genüge hervor, dass ein Manövriren mit dem Ventil während der Fahrt der gröbste Fehler ist. Der Zweck des Ventils ist lediglich auf das Herabkommen auf einen geeigneten Landungsplatz beschränkt, und der Ballast dient nach dem Erreichen der ersten Gleichgewichtslage niemals dazu, um höher zu gehen, sondern nur um ein Fallen zu verhüten. Wenn damit ein allmähliches Höhergehen in Verbindung steht, so ist dies nicht beabsichtigt, sondern nur, wie später erkannt werden wird, durch die Stabilität als dringend geboten zu erachten.

Bei der Abnahme des Druckes nach oben dehnt sich das Gas aus. Da nun die Ballonhülle nur ein bestimmtes, sich gleichbleibendes Volumen zu fassen vermag, würde im Innern derselben eine Spannung entstehen, die bei einer gewissen Kraft den Ballon zum Platzen brächte. Dies zu verhüten, ist der Appendix bei Freifahrten stets offen zu halten. Dadurch kann das über das Volumen hinaus sich ausdehnende Gas zum Abfluss gelangen. Um über den Umfang dieser Ausdehnung ein Bild zu geben, ist in der folgenden

Tabelle I. eine Berechnung der Veränderung von 1000 Kubikmeter unter verschiedenem Druck zusammengestellt.

Tabelle I.

Druck mm Quecksilber	cbm	Druck mm Quecksilber	cbm
760 „	1000	670 „	1134,3
759 „	1001,3	660 „	1151,5
758 „	1002,6	650 „	1159,3
757 „	1003,9	640 „	1187,5
756 „	1005,3	630 „	1206,3
755 „	1006,6	620 „	1225,8
754 „	1007,9	610 „	1245,9
753 „	1009,3	600 „	1266,7
752 „	1010,6	590 „	1288,1
751 „	1011,9	580 „	1310,3
750 „	1013,3	570 „	1333,3
740 „	1027	560 „	1357
730 „	1041,1	550 „	1381,8
720 „	1055,6	540 „	1407,4
710 „	1070,4	530 „	1434,0
700 „	1085,7	520 „	1461,5
690 „	1101,4	510 „	1490,2
680 „	1117,6	500 „	1520

Man wird daraus entnehmen, wie bedeutend der Gasverlust wird und wie vortheilhaft es ist, im Anfange eine ganz tiefe Fahrstrasse zu erwählen. Will man nach dieser Tabelle ermessen, wie vielen Kubikmetern Gas der Verlust auf dem Erdboden bei 760 mm Druck entsprechen würde, so braucht man nur denselben nach dem Mariotte'schen Gesetze zu reduziren. Die verlorenen 520 cbm bei 500 mm würden beispielsweise auf der Erde $= \frac{520 \cdot 500}{760}$ cbm = 342 cbm sein, dem Ballon verblieben demnach 1000 — 342 = 658 cbm.

Bei absteigender Bewegung macht sich der Druck wiederum durch Komprimirung des Gases geltend und alsdann wird der Gasverlust durch das Zusammenfallen der Hülle sichtbar.

Die Temperatur wirkt, wie der Druck, ausdehnend und zusammenziehend auf das Gas. Die Veränderung beträgt nach Regnault 0,003675 = $^1/_{273}$ des Volumens pro 1 Grad Celsius. Die Erwärmung kann durch direkte Einwirkung der Sonne oder durch die strahlende Wärme der Erde erfolgen. Erstere wird die Veranlassung ganz bedeutender Unterschiede zwischen der Temperatur des Gases und der umgebenden Luft. Daraus ergiebt sich eine Gleichgewichtsstörung nach oben, welche man nicht verhindern kann, die

aber die grösste Beachtung für die Folge der Fahrt erfordert. Tritt nämlich durch die Entziehung dieser Wärmequelle infolge sich vorlagernder Wolken etc. eine schnelle Abkühlung ein, so fällt der Ballon mit grosser Geschwindigkeit herab. Wenn nicht genügend Ballast herausgeworfen werden kann, setzt sich dieser Fall bis zum Erdboden fort und hat dabei nicht selten Körperverletzungen der Luftschiffer im Gefolge. (NB. Die Sonnenwärme im Ballon macht sich durch ihre stechende Gluth auch auf den Luftschiffer unangenehm fühlbar und es erscheint nicht als ausgeschlossen, dass man auch im Ballon vom Sonnenstich befallen werden kann.)

Die zurückstrahlende Erdwärme nimmt mit der Höhe allmählich ab. Als Gesetz für diese Temperatur-Abnahme wird von Renard die folgende, angeblich von Glaisher aufgestellte Formel benutzt:

$$4)\ t = -55\left(1 - \frac{x}{760}\right)$$

Das wäre also die Lufttemperatur in der Höhe x, welche das Ballongas, wenn es der Sonne entzogen wäre, annehmen würde. Der Kubikinhalt V eines Ballons würde dem entsprechend werden:

$$\frac{V d' x}{760}\left[1 - 55\left(1 - \frac{x}{760}\right) 0{,}003668\right]$$

$$\text{oder:}\quad \frac{V d' x}{760}\left[1 - \frac{55\left(1 - \frac{x}{760}\right)}{273}\right]$$

Diese allgemeine Regel erscheint indess nicht sehr zuverlässig. Einmal finden schon Schwankungen in den verschiedenen Jahreszeiten statt, dann aber übt die Bodenbeschaffenheit doch einen wesentlichen Einfluss auf das Zurückstrahlen der Erdwärme aus und dieser ist es vornehmlich, der wiederum Gleichgewichtsstörungen des Ballons hervorruft. Gerade aber die hieraus resultirenden Beobachtungen erscheinen für die Luftschifffahrt und Meteorologie die interessantesten zu sein. Was sich über den Weltmeeren und Erdtheilen in riesigem Maassstabe abspielt, bildet sich im Kleinen in hunderten von Fällen auf dem Kontinente selbst. Der Luftschiffer gewinnt einen tiefen Einblick in die lokalen Windverhältnisse, er erkennt die Wirkungen von auf- und abgehenden Luftströmungen und wird bei grösserer Erfahrung ihre Wirkungsgrenze nach der Höhe für die verschiedenen Jahreszeiten feststellen können. Freilich steht er bei einer derartigen Gleichgewichtsstörung immer vor der Frage, ob die Temperatur-Erniedrigung oder der abwärtsgehende Luftstrom die Veranlassung hierzu war. Beides steht im Zusammenhange; was aber zunächst auf den Ballon eingewirkt hat, kann nur dann endgültig entschieden werden, wenn die Gastemperatur im Ballon mit Hülfe eines registrirenden Thermographen kontrolirt und mit den sonstigen Beobachtungen verglichen werden kann.

Da das Gas, bevor es in den Ballon geht, durch den Gasometer läuft, sättigt es sich mit Wasserdampf entsprechend seiner Temperatur.

Tritt das Gas aus einer unterirdischen Röhrenleitung aus, so ist seine Temperatur im Verhältniss zur Luft im Sommer gewöhnlich eine niedrige. Das im Ballon befindliche Gas nimmt aber schliesslich die Temperatur der Luft an, wenn die Sonne es nicht sogar über diese erhöht. Alsdann ist es nicht mehr als mit Wasserdampf gesättigt zu betrachten. Für den Auftrieb des Ballons spielt der Feuchtigkeitszustand des Gases in seinem Verhältniss zur Luft eine wichtige Rolle. Das Hygrometer müsste daher sowohl ausserhalb als innerhalb des Ballons stets zu Rathe gezogen werden. Je geringer die Feuchtigkeit des Gases im Gegensatz zur Luft ist, um so grösser ist der Auftrieb des Ballons.

Diese Einflüsse der Feuchtigkeit auf das Gas hat Renard bisher unbeachtet gelassen.

Zur Ermittelung der Gewichtszunahme der Luft resp. des Ballongases in Folge der Feuchtigkeit muss man zunächst das unter der obwaltenden Temperatur mögliche Feuchtigkeits-Maximum P, d. h. das bei vollständiger Sättigung mit Dampf in 1 cbm vorhandene Gewicht des letzteren, berechnen. Hierfür dient folgende Formel:

$$P = 0{,}622 \frac{1{,}293 \,.\, 1000 \,.\, f}{(1 + 0{,}003668 \,.\, t)\, 760.}$$

Daraus ergiebt sich das Gewicht Wasserdampf pro 1 cbm bei t° Wärme, f Millimeter Spannung und 760 Millimeter Druck in Grammen.

Die Spannungen für die verschiedenen Temperaturen lassen sich aus folgender von Regnault aufgestellten Tabelle entnehmen.

Tabelle II.

Spannungen des Wasserdampfes.

Temperatur Grad C.	f	Temperatur Grad C.	f	Temperatur Grad C.	f
— 15	1,400	5	6,534	21	18,49
— 10	2,093	6	6,998	22	19,66
— 9	2,267	7	7,492	23	20,89
— 8	2,455	8	8,017	24	22,18
— 7	2,658	9	8,574	25	23,55
— 6	2,876	10	9,165	26	24,99
— 5	3,113	11	9,792	27	26,50
— 4	3,368	12	10,46	28	28,10
— 3	3,644	13	11,16	29	29,78
— 2	3,941	14	11,91	30	31,55
— 1	4,263	15	12,70	31	33,41
0	4,600	16	13,54	32	35,36
+ 1	4,940	17	14,42	33	37,41
2	5,302	18	15,36	34	39,56
3	5,687	19	16,37	35	41,83
4	6,097	20	17,39	36	44,20

Nachdem nun die absolute gesättigte Feuchtigkeit P gefunden ist, lässt sich leicht aus den Hygrometer-Angaben, welche die relative Dampfmenge anzeigen (d. i. das Verhältniss der in einem Luftvolumen vorhandenen zu der bei der gleichen Temperatur möglichen grössten Dampfmenge), das Gewicht des vorhandenen Wasserdampfes pro Kubikmeter feststellen. Es sei: die gesuchte vorhandene Dampfmenge = p Gramm, die Hygrometerbeobachtung = γ %, dann ist:

$$p = \frac{P \cdot \gamma}{100}.$$

Dieser Werth ist also sowohl für die Luft, als auch für das Ballongas, zu ermitteln und zu den Gewichten dieser beiden Gase zu addiren. Wenn der Feuchtigkeitsgehalt des Gases pro 1 cbm = p' wäre, würde sich als Auftrieb (A) pro 1 cbm ergeben:

$$A = (d + p) - (d' + p').$$

Dabei wäre unter d resp. d' das durch die Temperatur t veränderte Gewicht (s, s') eines Kubikmeters Luft resp. Gas zu verstehen, also:

$$d = \frac{s}{1 + 0{,}003668\, t} \quad \text{oder} \quad \frac{s \cdot 273}{273 + t}$$

$$d^1 = \frac{s'}{1 + 0{,}003668\, t} \quad \text{oder} \quad \frac{s' \cdot 273}{273 + t}$$

In welcher Weise sich die Feuchtigkeit des Gases nach dem Oeffnen des Appendix mit der der Luft ausgleicht, wird weiteren Erfahrungen überlassen bleiben müssen. Erinnert sei hier daran, was in populären Ballongeschichten öfters beschrieben wird, dass ein Ballon beim Aufsteigen zum Appendix heraus rauche.*) Diese Erscheinung ist selbstverständlich lediglich auf eine Kondensation des mit dem erwärmten Gase austretenden Ueberflusses an Feuchtigkeit für die umgebende Luft zurückzuführen. Derartige Kondensationen mögen aber auch im Innern eines Ballons von statten gehen und plötzliche Gleichgewichtsstörungen nach sich ziehen, wenn ein mit warmem, feuchtem Gase gefüllter Ballon in eine kühle Luftregion geräth.

Die mit dem Ballon-Material zusammenhängenden Gleichgewichtsstörungen lassen sich eintheilen in andauernde und zufällige. Die ersteren beruhen auf der Diffusion des Ballongases, und diese geschieht durch die Hülle hindurch und am offenen Appendix und konnte bisher nie ganz beseitigt werden. Allerdings wird durch eine sehr sorgfältige Herstellung des gedichteten Stoffes die Diffusion verringert werden können; darin liegt aber bis heute die Grenze des Erreichbaren. Demgemäss muss beim Fahren mit diesen durch Diffusion entstandenen Gasverlusten gerechnet werden. Fortlaufend muss der Luftschiffer thätig bleiben, sie durch entsprechende Ballastabgabe aufzuwägen.

Würde er dabei in seiner Gleichgewichtszone parallel dem Erdboden fort-

*) Wise sagt: „the balloon smokes his pipe."

fliegen, so müsste sich das Ballonvolumen mit der Zeit mehr und mehr verringern, die Hülle also schlaff werden. Diese Erscheinung darf unter keinen Umständen hervortreten, weil die aus den Einwirkungen auf das Gas sich ergebenden Gleichgewichtsschwankungen in diesem Falle in schärferen Formen auftreten und dadurch eine andernfalls zu vermeidende grössere Ballastabgabe erfordern würden. Der Ballon leidet dadurch, wie Renard nachweist, an seiner Stabilität in der Luft; daher gilt als einer der ersten Grundsätze des Fahrens:

„Der Ballon muss stets vollgefüllt erhalten werden".

Das ist im obigen Fall nur durch ein langsames Höhergehen zu erreichen. Was an Gas verloren geht, muss durch grössere Ausdehnung des verbliebenen ersetzt werden. Eine jegliche sachgemässe Ballonbahn muss demnach langsam mit der Zeit in der Höhe zunehmen, und sie wird mit um so mehr Geschick ausgeführt worden sein, je mehr sie sich einer geraden Linie hierbei nähert und je geringer die Höhenzunahmen innerhalb einer Zeiteinheit sind.

Günstige und ungünstige Störungen können schliesslich die Gewichtsschwankungen des Materials unter dem wechselseitigen Einfluss von Temperatur und Feuchtigkeit verursachen. Günstig ist es, wenn die durch Reif oder Thau beschwerte Hülle unter dem Einfluss der Sonne sich nach und nach erleichtert. Es bedarf alsdann kaum eines Ballastauswurfes, der Ballon entlastet sich automatisch und geht langsam in die Höhe. Tritt dagegen innerhalb des Ballons eine Kondensation von Wasserdämpfen ein, die sich am Stoff festsetzt oder findet ein Niederschlag auf die äussere Kugel statt, so müssen gewöhnlich mehr oder minder bedeutende Ballastmassen zur Kompensation dieses Gewichtes geopfert werden.

In Summa erfordert das Ballonfahren die angespannteste Aufmerksamkeit des Führers. Der Blick muss nach oben und nach unten gerichtet werden, um rechtzeitig kommende Einflüsse zu erkennen und ihnen, sobald sie sich durch das Barometer kenntlich machen, energisch und doch zugleich haushälterisch in der Kraftausgabe zu begegnen. Wenn der richtige Moment des Handelns versäumt wird, muss ausser dem störenden Gewichte noch diejenige Masse zum Auswurf gelangen, welche die von dem Ballon durch den Fall gewonnene lebendige Kraft aufzuheben vermag.

Ist die Fallgeschwindigkeit auf den Nullpunkt gebracht, so wird sich darnach der Ballon erst langsam, dann mit zunehmender Geschwindigkeit, die schliesslich durch den Luftwiderstand auf der oberen Kalotte in derselben Weise gebremst wird, wie dieses beim Fallen gegen die untere geschieht, erheben und eine dem ausgeworfenen Gewichte entsprechende höhere Gleichgewichtszone annehmen, als er vordem inne hatte. Wenn dies nicht immer regelrecht zutrifft, muss die Störungsursache in besonderen Strömungen der Luft gesucht werden, wie solche sich aus der verschiedentlichen Wärmekapazität der Erdoberfläche ergeben. Für einen praktischen Luftschiffer ist es nothwendig, derartigen Erscheinungen Aufmerksamkeit zu schenken, denn nur

so wird es ihm möglich werden, die Theorie mit der Praxis in Einklang zu bringen und das Ballonfahren wissenschaftlich zu fördern. Freilich sind zur Zeit die Instrumente noch zu mangelhaft, um mit sicherem Erfolge Alles durchführen zu können. Um eine Luftströmung als Ursache eines Falles mit Sicherheit zu erkennen, dürften sich beim Zeitmoment des Eintretens solcher Katastrophe weder die Temperatur noch die Feuchtigkeit des Gases und der umgebenden Luft ändern. Zu dem Zweck müsste im Innern des Ballons sowohl als im Korbe sich je ein registrirendes, zeitlich übereinstimmendes Hygrometer und Thermometer von grosser Empfindlichkeit befinden. Andernfalls wird man stets auf Vermuthungen angewiesen sein, die ja in manchen Fällen sicherlich auch die Wahrscheinlichkeit für sich haben.

Wenn nun, wie gezeigt ist, die Fahrlinie einer sachgemäss geleiteten Ballonfahrt sich durch ein beständiges Aufsteigen charakterisirt, tritt die Frage auf, wie lange man bei einer Fahrt die Befolgung der gegebenen Regeln fortsetzen darf, ohne damit eine Gefahr für das Herabkommen zu verbinden. Eine jedem praktischen Luftschiffer bekannte Regel ist, dass man um so mehr Ballast für das Herabkommen bewahren muss, je höher man fährt. Darin spricht sich das zu beachtende Prinzip deutlich aus, ohne aber irgend einen Maassstab für das Verhältniss zwischen Höhe und Ballastmasse bei bestimmter Ballongrösse zu geben. Renard giebt uns hierfür eine Zahl, indem er sagt, dass die Gewichtsdifferenz der verdrängten Luft in Höhe x bei Erdbodentemperatur und bei der der Höhe x entsprechenden Temperatur gleich ist dem Gewichte der Ballastmasse, welche zum sicheren Herabkommen für jene Höhe aufbewahrt werden muss. Diese Regel gelangt durch folgende Formel zum Ausdruck: Es ist das Gewicht der verdrängten Luft G in der Höhe x:

$$G = V \frac{x}{760} (1 + 0{,}3668 \,.\, t),$$

$$\text{nach Formel 4 ist: } t = -55\left(1 - \frac{x}{760}\right)$$

Dieser Werth eingesetzt und das Ganze vom Gewichte der verdrängten Luft auf den Erdboden subtrahirt, ergiebt den aufzubewahrenden

$$5)\quad \text{Ballast } g' = V\frac{d\,x}{760} - V\frac{d\,x}{760}\left[1 - \frac{55\left(1 - \frac{x}{760}\right)}{273}\right]$$

Jene Masse bedarf aber noch eines gewissen Zuschusses für unvorhergesehene Fälle beim Landen, damit der Luftschiffer auch noch im letzten Moment sein Gefährt in der Gewalt behält und über gefährliche Punkte hinwegkommen kann.

Zweifellos können diese Zahlen für die Praxis nicht als dauernd zutreffende gelten. Renard selbst giebt an, dass sie bei schönem Wetter Maximalwerthe ergeben. Wenn jedoch die unteren Luftschichten sehr feucht seien oder es sogar unten regnet, solle man 1/4 bis 1/3 mehr, als die errechnete Masse, aufbewahren; in diesem Falle ergäbe die Formel ein Minimum. Die

Erklärung dieser Thatsache ist eine sehr einfache. Bei schönem Wetter herrscht Sonnenschein und erwärmt das Ballongas. Es hat eine bedeutend höhere Temperatur, als die umgebende Luft, und verliert diese nicht so schnell, wie sich das Herabkommen vollzieht. Wenngleich das Gas schneller Temperaturänderungen folgt, als die Luft, so ist es oft durch eine schlechtleitende Hülle des Ballons in dieser seiner Eigenschaft bedeutend behindert.

(Schluss folgt.)

Weitere Betrachtungen des Vogelfluges.*)

Von **A. Böcklin.**

In den vorhergegangenen Bemerkungen über „Das Schweben der Vögel" wurden nur die Bewegungen zu erklären versucht, welche dem Vogel ohne Flügelschlag sowie bei vollkommener Windstille auszuführen möglich sind. Kreist er aber und steigt er immer höher und höher, bis er im Blau des Aethers nur noch als Punkt erscheint, so müssen wir noch eine andere, äussere, nicht vom Vogel entwickelte Kraft annehmen, welche derselbe zum Aufwärtssteigen benutzt. Diese Kraft kann keine andere sein, als die Strömung des „Windes". Der Beweis, dass diese Annahme richtig ist, soll hier gebracht werden.

Dass der Wind Gegenstände, deren Gewicht im Verhältniss zu ihrer Oberfläche gering ist, z. B. Laub, Regenschirme, Hüte, ja auch schwerere Körper, wie Bretter, Dachziegel, Dächer etc. fortbewegen kann, wird wohl Niemand in Abrede stellen. Es bleibt also nur zu untersuchen, ob und wie der Vogel diese Kraft zu verwenden im Stande ist.

Der Wind ist ein Luftstrom, welcher immer horizontal fliesst, wenn nicht feste, grosse Körper, z. B. Häuser oder Berge, eine örtliche Abweichung von seiner Richtung verursachen. Der Druck, welchen diese Strömung auf die in ihr befindlichen Gegenstände ausübt, macht sich folglich in Ebenen oder in genügender Höhe über örtlichen Störungen in horizontaler Richtung geltend.

Halten wir eine Fläche etwas geneigt, so dass die untere Seite der Strömung entgegensteht, so werden wir den Druck der Luft auf die Fläche deutlich fühlen, aber nicht horizontal, sondern nach oben rechtwinklig gegen dieselbe. Vergrössern oder verringern wir die Neigung, immer wird der Druck rechtwinklig auf die Fläche zu fühlen sein. Der horizontale Druck des Windes auf die untere Seite einer geneigten Fläche wirkt stets nach oben rechtwinklig auf die Fläche.

Wird eine geneigte Fläche, mit dem Schwerpunkt in der unteren Hälfte,

*) Die nachfolgenden Betrachtungen des Herrn Professor Böcklin in Zürich betreffen das Kreisen der Vögel in der Luft, sie schliessen sich unmittelbar an seine in Heft IX Seite 249 und flgd. enthaltenen Erörterungen über „Das Schweben der Vögel" an. D. Red.

in dieser Weise dem Luftstrom ausgesetzt, dann losgelassen, so treten zwei Kräfte gleichzeitig in Wirkung:

1. Die Schwere oder Anziehungskraft der Erde und
2. der horizontale Druck der Luft.

Die Fläche strebt mit der vom gegebenen Winkel abhängigen Schnelligkeit zur Erde, zugleich aber wird sie durch den Wind aufwärts gedrückt in rechtem Winkel zu ihrer Neigung. Daraus erfolgt eine Richtung des Fluges, welche in diesem rechten Winkel zwischen den beiden Kraftrichtungen liegt.

Es kommen hier zwei bisher nicht erwähnte Faktoren in Betracht:

1. Das Fallen einer geneigten Fläche ist sehr ähnlich der Abwärtsbewegung eines rollenden Körpers auf einer schiefen Ebene. Seine Schnelligkeit ist grösser, je mehr die Neigung sich der Vertikalen nähert; auch wird sie, wie die des rollenden Körpers, allmählich beschleunigt, so dass sie selbst bei sehr geringer Neigung mit der Zeit eine grosse Schnelligkeit erreicht.

2. Der Druck des Windes auf die senkrechte Fläche ist am stärksten und nimmt ab, je mehr sie sich der horizontalen Lage nähert. Gegen die horizontale Fläche ist der Druck Null.

Nach diesen sehr lückenhaften, aber für den Zweck einstweilen genügenden Erörterungen kann der Versuch gemacht werden, das Kreisen der Vögel zu erklären und zu beweisen, dass wirklich die horizontale Luftströmung die nach oben tragende Kraft ist, welche zum Höher- und Höherschweben benutzt wird.

Verfolgen wir von Anfang an, was z. B. der Fischweih thut, wenn er seinen Beobachtungsflug macht. Er steht auf einem der obersten Aeste eines hohen freistehenden Baumes, meistens ziemlich lange. Vielleicht wartet er als Kenner den passenden Wind ab. Nun kehrt er dem Winde den Rücken und macht eine kleine Bewegung mit den Flügeln, als ob er sie öffnen wollte, bleibt aber wieder unbeweglich stehen. Plötzlich hebt er die Handgelenke, duckt sich nach vorn und stürzt wie ein Taucher, den Kopf abwärts, fast senkrecht vom Aste hinunter. Dieser steile Fall verändert aber bald in einer Bogenlinie seine Richtung bis zu einer kleinen Neigung gegen die Erde und zugleich sehen wir, dass unterdessen die Flügel ganz ausgestreckt worden sind. Die Bogenlinie entstand, wie wir wissen, durch Aufwärtsbiegen des Schwanzes.*) Der Letztere wird dann in gleiche Richtung mit dem Körper gebracht und etwas rechts umgedreht, worauf der Vogel einen Kreis links hin zu beschreiben beginnt und bald mit dem Kopfe gegen den Wind zu stehen kommt.

Durch das Sichfallenlassen von der Höhe hat der Körper eine beträchtlich grössere Schnelligkeit, als die des Windes, erreicht und mit dieser verfolgt er nun, die untere Seite gegen den Wind gekehrt, seine Kreislinie. Die Luft leistet sehr starken Widerstand gegen die Fläche und hebt sie daher be-

*) Siehe den Aufsatz „Das Schweben der Vögel" Seite 251.

trächtlich, bis der Kreis seinen Höhepunkt erreicht hat. Es ist auch hohe Zeit, dass der Körper wieder zum Fallen kommt, da ihm in Folge der starken Reibung mit der Luft fast alle durch den Sturz erworbene Schnelligkeit verloren ging. Nun geht's aber weiter mit dem Winde und mit abwärts geneigtem Schwerpunkt, wobei wieder genug Schnelligkeit erworben wird, um abermals gegen den Wind geschwungen und im Kreislaufe aufwärts, zugleich höher getragen zu werden. Und immer wieder wird vom Winde abgewendet, bevor die vis inertiae ganz aufgehoben ist.

Der Lauf gegen den Wind kann nicht so lang sein, wie der Lauf mit demselben, und der aufmerksame Beobachter wird deutlich sehen, wie die Spirale des Fluges mit dem Winde geht, d. h. dass der Bogen gegen den Wind kürzer ist, als der vom Wind abgewendete.

Ebenso augenfällig ist die Beschleunigung der Bewegung am unteren Theile, sowie die Verzögerung am oberen Theile des Bogens. Gehoben wird der Körper fortwährend, da die untere Seite desselben dem Winde zugewendet bleibt, nur kommt der aufwärts und gegen den Wind steigende Theil des Bogens mehr in Betracht, weil da der Fläche viel mehr Luft entgegendrückt. Ist aber der Vogel in der Höhe angelangt, wo er verharren will, so braucht er nur den Winkel zur Horizontalen zu verkleinern, indem er einen Augenblick den Schwanz abwärts biegt, und da er nun nicht mehr denselben Widerstand der Luft zu überwinden hat, wie zum Aufwärtssteigen, wo seine Flugfläche steiler gegen den Wind strebte und so seine Bahn abgekürzt wurde, so darf er jetzt einen grösseren Bogen machen und stellt den Winkel zwischen Schwanz und Flügelfläche spitzer. Nun kreist er in ungeheurem Bogen fortwährend in derselben Höhe.

Eine Lösungsart des Problems der Luftschifffahrt.

Von **Karl Milla** in Rudolfsheim bei Wien.

(Schluss.)

Wenn ein Mensch einen Berg von 100 Meter Höhe hinansteigt und dabei ein Gesammtgewicht von 100 Kilogramm hinaufbefördert, so hat er eine Arbeit von 10 000 Meterkilogramm geleistet. Auf dem Gipfel des Berges angelangt, hat er nun das Anrecht, diese Arbeit umzuwandeln, oder mit anderen Worten, er hat auf dem Gipfel des 100 Meter hohen Berges die „Spannkraft der Lage“, welche gleich der von ihm bei der Ersteigung geleisteten Arbeit ist. Der Mensch hat also in diesem Falle eine Spannkraft der Lage von 10 000 Meterkilogramm.

Wollte der Mensch dieselbe Arbeit durch Laufen auf ebenem Boden leisten, so dass er also der Masse, die in seinen 100 Kilogramm Gewicht enthalten ist, so viel Geschwindigkeit ertheilt, damit sie eine lebendige Kraft von ebenfalls 10 000 Meterkilogramm erhalte, so müsste er eine Ge-

schwindigkeit von 44,29 Meter erreichen.*) Solche Geschwindigkeit kann er aber mit seiner Muskelkraft niemals erreichen. Von den beiden Formen der arbeitsfähigen Kräfte kann er also wohl eine beliebige Energie der Lage, nicht aber auch eine beliebige Energie der Bewegung (unmittelbar) erreichen.

Aber die Energie der Lage kann in die Energie der Bewegung umwandelt werden. Lässt sich nämlich der Mensch von jener Höhe, vermöge welcher er die bezeichnete arbeitsfähige Kraft besitzt, herabfallen, so wandelt er die Spannkraft der Lage in lebendige Kraft um. Dadurch erreicht er die Geschwindigkeit und die Form, welche er braucht, um einen Drachen von der bezeichneten Gestalt die nöthige Anfangsgeschwindigkeit zu ertheilen. Und diese Art der Geschwindigkeitsertheilung ist unbeschränkt und vollkommen ausreichend. Denn durch Ersteigen grösserer Höhen kann auch eine grössere Geschwindigkeit erreicht werden. Sollte aber der Luftwiderstand so gross sein, dass die beabsichtigte Geschwindigkeit nicht erreicht werden kann, so ist aber doch schon der Zweck des Herablassens erreicht. Im luftleeren Raume kann durch Herabfallen aus entsprechender Höhe jede Geschwindigkeit, und sollte sie auch Tausende von Metern betragen, erlangt werden, nicht aber im lufterfüllten Raume. In diesem wird endlich die Geschwindigkeit nicht mehr an Grösse zunehmen, sondern gleichförmig werden. Dieser Fall tritt dann ein, wenn der Widerstand gleich dem Gewichte des fallenden Körpers ist. Ist aber der Widerstand gleich dem Gewichte, so brauchen wir für unseren Zweck keinen Geschwindigkeitszuwachs mehr, denn dieser Zweck ist eben erreicht: wir wollen ja den Widerstand so gross haben, dass er dem Gewichte das Gleichgewicht halten kann.

Die Nothwendigkeit des Herablassens von einer gewissen Höhe ist wohl ein Mangel des dynamischen Luftschiffes oder meines dynamischen Luftschiffes. Aber wollen wir keinen Ballon mit seiner plumpen Ungelenkigkeit anwenden, und ich meinestheils berücksichtige ihn gar nicht mehr, in welcher Form immer, so wird dieser Mangel in einer oder der anderen Form demselben immer anhaften. Wir dürfen nicht vergessen, dass wir es nicht mit einem Wasserfahrzeuge zu thun haben, welches auf und nicht im Wasser schifft und dessen Gewicht ganz vom Wasser getragen wird. Daher erfordert das Schiffen mit demselben nur die Kraft zum Fortbewegen, nicht aber zum Tragen des Schiffes, und darum kann es auch wann, wo und wie lange immer auf dem Wasser ruhig stehen, auch kann es schon durch eine sehr kleine Kraft, wenn sie die Widerstände nur um das Geringste an Grösse überragt, in Bewegung gesetzt und ihm eine immer grössere Geschwindigkeit ertheilt werden. Ein einziger Matrose ist im Stande, ein Passagierboot unserer

*) Es folge hier die einfache Berechnung dieser Geschwindigkeit: Die lebendige Kraft $\frac{1}{2} m v^2 = 10\,000$ Meterkilogramm. Die Masse m dargestellt durch ihr Gewicht giebt: $\frac{1}{2} \cdot \frac{100}{g} v^2 = 10\,000$; daraus $v^2 = 2 g \cdot 100$ und $v = \sqrt{200 g} = \sqrt{1961{,}6} = 44{,}29$.

Donau an das Gestade zu ziehen, wenn auch langsam. Er hat ja nicht die Last des Bootes mit seinen Hunderten von Tonnen zu tragen, diese Arbeit übernimmt das Wasser mit seinem statischen Auftriebe. Beim dynamischen Luftschiffe aber ist immer zu gleicher Zeit zweierlei zu leisten: es ist zu heben und es ist ihm eine gewisse Geschwindigkeit zu ertheilen, mittelst welcher es erst gehoben wird, denn ohne diese giebt es kein Heben. Die erforderliche bedeutende Geschwindigkeit kann und darf ihm ja aber nicht plötzlich, wie durch eine Momentankraft, ertheilt werden, und eine solche ungeheure Kraft, wie sie dazu erforderlich wäre, könnte höchstens die zerstörende Explosionskraft des Pulvers sein. Eine stetige Zugkraft aber, die dem Luftschiffe die erforderliche Geschwindigkeit erst allmählich ertheilte, könnte dies nur dann hervorbringen, wenn das Gewicht des Luftschiffes bis zum Anwachsen der Geschwindigkeit auf die erforderliche Höhe entweder vom festen Lande oder vom Wasser getragen würde. Dann muss aber der Motor entweder ausserhalb des eigentlichen Luftschiffes liegen, nicht also ein integrirender Bestandtheil desselben sein, und es müssten dann eigene Stationen errichtet werden, von welchen aus allein aufgefahren werden könnte; oder der Motor ist ein integrirender Bestandtheil des Luftschiffes und beschwert dasselbe derart, dass es nicht nur unverhältnissmässig grösser sein, sondern die Maschine selbst auch wieder so kräftig sein müsste, dass sie nicht nur den Widerstand der Luft beim Fliegen selbst, sondern auch den weit grösseren des Wassers überwinden, resp. Räder, welche sich zum Fahren auf dem Lande als nothwendig erweisen würden, tragen könnte.

Will man also die Nothwendigkeit des einleitenden Fallens, wie es für mein Luftschiff erforderlich ist, als ein Uebel bezeichnen, so wird man vielleicht doch zugeben, dass es das relativ kleinere ist. Auch will ich durchaus nicht behaupten, mein Projekt sei nicht verbesserungsfähig, es versteht sich ja von selbst, und vielleicht werden wir auch einmal einen Motor konstruiren können, der den Anforderungen entspricht, die man an denselben bezüglich seiner Brauchbarkeit für ein Luftschiff stellt. Ich glaube aber behaupten zu dürfen, dass meine Lösungsart des Problemes die natürlichste und einfachste ist.

In der Tabelle I*) findet sich in der Spalte s die betreffende Fallhöhe angegeben, die je nach der Grösse des Widerstandes, der eben durch den besprochenen Koëffizient a ausgedrückt wird, erforderlich ist, um die Anfangsgeschwindigkeit, wie sie unter den angenommenen Verhältnissen nothwendig erscheint, zu erreichen. Diese Fallhöhen sind dann für a = $^1/_8$ 359 Meter, für a = 0,43 104 und für a = 1 45 Meter. Der Unterschied ist sehr bedeutend. Die Höhe wächst im einfachen umgekehrten Verhältnisse des Koëffizienten; daher ist die letzte Fallhöhe nur $^1/_8$ der ersten.

Auch diese Fallhöhen sind der weitesten Modifikation fähig. Sobald

*) Siehe Heft X, Seite 300.

nämlich der Winkel α grösser wird, können jene beliebig klein, selbstverständlich innerhalb gewisser Grenzen, genommen werden.

Was nun das Steuern des Luftschiffes anbelangt, so ist es eine allgemein anerkannte Sache, dass dasselbe keine Schwierigkeit mehr haben kann, wenn wir uns in wagerechter Richtung, mit grosser Schnelligkeit und grosser Masse bewegen. Dieser Ansicht bin ich auch und erachte es daher für überflüssig, bei der Frage der Steuerung länger zu verweilen.

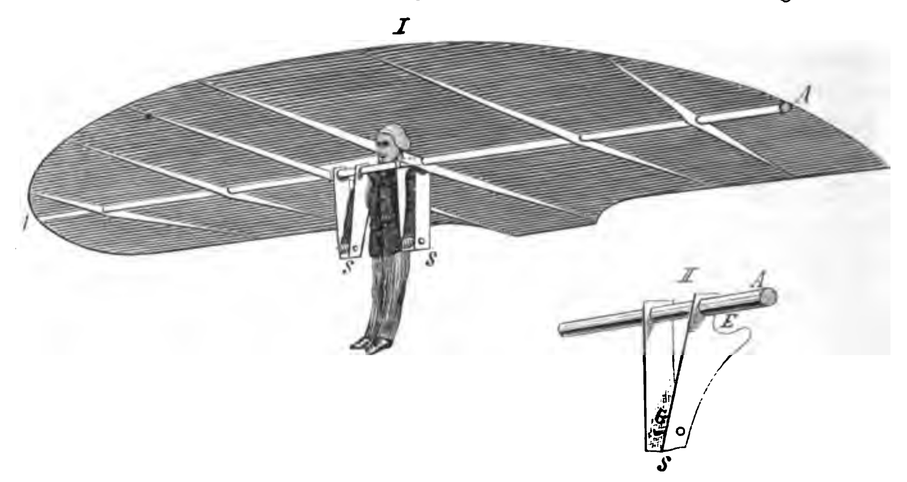
Zu diesem Steuern, besonders in der Vertikalebene, gehört auch das Ertheilen der erforderlichen Neigung der Drachenfläche oder, wie es oft ausgedrückt wird: Das Verrücken des Schwerpunktes. Doch auch dieses bietet keine Schwierigkeit dar und ist lediglich Sache der Konstruktion. Bemerken will ich nur, dass keine Verrückung des Schwerpunktes nothwendig ist. Dieser muss nur, wie bei jeder stabilen Lage, tiefer liegen als der Aufhängepunkt. Und dass dieses erreicht werden kann, ist doch eine selbsverständliche Sache. Würde dies unmöglich sein, so wäre auch das Erhalten in der Luft selbst von vornherein unmöglich. Uebrigens hebt ja der Fallschirm alle etwaigen Zweifel. — —

Die Ergebnisse meiner Entwickelung lauten in ihrer Zusammenfassung:

1. Der segelnde Vogel ist das Vorbild für ein lenkbares Luftschiff.
2. Ein grosses Gewicht ist ein sehr hoch anzuschlagender Vortheil bei einem richtig konstruirten Luftschiffe.
3. Der Wind bietet gerade dem Luftschiffer eine unerschöpfliche Kraftquelle von nie versagender Anwendbarkeit.
4. Die menschliche Kraft ist zum Ertheilen der nöthtigen Anfangsgeschwindigkeit vollkommen ausreichend, dadurch, dass der Mensch im Stande ist, Energie der Lage in Energie der Bewegung umzuwandeln.
5. Die Lenkbarkeit ist vollkommen sichergestellt.
6. Die Erbauung eines Luftschiffes nach den hier entwickelten Grundsätzen bietet keine technische Schwierigkeit dar. — —

Der eben entwickelte Gedanke in's Leben gebracht, nimmt die folgende Gestalt an, die durch die Formen I und II der umstehenden Zeichnung versinnlicht wird. Die Form I zeigt eine Drachenfläche mit ihrem Gerüste, sowie die Steuerung, die in der Form II noch zur Hälfte im Besonderen dargestellt ist. Die Drachenfläche hat die Gestalt einer halben Ellipse, deren Bogen die Vorderseite, die grosse Achse (Sehne dieses Bogens) die Hinterseite abgiebt. Das stützende, spannende Gerüst der aus Seidenstoff oder Leinwand gedachten Drachenfläche ist zum allergrössten Theile oben angebracht (die Zeichnung zeigt zwar dies Gerüst an der Unterseite, doch wurde diese Darstellung nur gewählt, um eine zweite Zeichnung entbehrlich zu machen), die wenigen Theile des Gerüstes, welche unumgänglich an der unteren Seite anzubringen sind, fehlen in der Zeichnung, damit die Deutlichkeit nicht leide. An der Hauptstange A ist die Steuerung S befestigt,

und zwar so, dass sie unverrückbar fest und senkrecht auf der Drachenebene steht. Diese Steuerung ist ganz in einer Kahnform verborgen. Auch



diese Kahnform ist der Deutlichkeit halber weggelassen worden, da sie hauptsächlich nur den Zweck hat, den Widerstand der ausströmenden Luft durch ihre zugespitzte Form zu verringern. Die Steuerung S ist in der Form II als rechte Hälfte dargestellt, die linke Hälfte ist symmetrisch dazu gestellt. Sie besteht demnach aus 4 Stangen, den zwei äusseren und zwei inneren. Je eine äussere und eine innere Stange sind unter einander durch die Hauptachse A einerseits, sowie durch den Griff G andererseits zu einem Ganzen fest verbunden (ich hebe noch insbesondere hervor, dass die Hauptstange A keine Drehachse bildet, dass also die Steuerung nicht drehbar um dieselbe befestigt ist). An jeder der beiden inneren Stangen der Steuerung ist oben, nahe der Hauptstange A, eine Einsattlung E angebracht. Dies im Wesentlichen das gedachte Luftschiff.

Die Flugbewegung mit demselben denke ich mir nun folgendermaassen. Der Luftschiffer legt die Einsattlung E in die Achselhöhle, so dass also die Achsel wie auf einem Sattel reitet und Arm und Brust zu beiden Seiten dieses Sattels (E) herabhängen. Die Hand ergreift den Griff G. Auf diese Weise ist der Schiffer fest und sicher mit seinem Luftschiffe verbunden und demnach der Körper derart frei, dass er die erforderlichen einleitenden Bewegungen (Ersteigen einer Anhöhe, Anlauf oder Ablauf) ungehindert ausführen kann. Der Kopf überragt die Drachenfläche so weit, dass das Kinn etwa in der Ebene derselben liegt. Der Schwerpunkt des ganzen Systems, d. h. Schiffer mit seinem Luftschiffe als Ganzes, ist in der Nähe desjenigen, den der freie Mensch hat, also in der Nabelgegend. Durch diese feste Fügung von Schiffer und Schiff ist jener in der That ein Flieger geworden, derart, als seien ihm Flügel von Mutter Natur gegeben worden. Seine Flügel, die Drachenfläche als Ganzes nämlich, kann er leicht und einfach lenken, d. h. denselben eine beliebige Neigung ertheilen. Sie sind um seine

Achselverbindungslinie als Achse drehbar, die Einsattlung E das Achsenlager, der tiefgelegene Schwerpunkt die Stütze in der Luft, die eine solche Drehung sicher macht. Eine Drehung der Arme um das Oberarmgelenk bewirkt daher auch eine Drehung der ganzen Fläche.

Der Stützhang, wie der Turner die Lage in der Steuerung, der Zeichnung gemäss, nennt, ist nur für den Aufflug erforderlich, um die Füsse frei gebrauchen zu können. Auf die Dauer würde derselbe aber ermüden und deshalb nimmt der Luftschiffer auf späterer Stufe des Fluges eine andere Stellung an. Es werden dann die Beine soweit angezogen, dass der Schiffer die knieende Stellung annimmt und stützt dann die Knie auf eine Kniestütze, d. i. eine Art schwebendes Reck, welches vor dem Schiffer in geeigneter Höhe von der Hauptstange A herabhängt und ein bequemeres Fliegen gestattet. Auch diese Kniestütze ist in der Zeichnung nicht vorhanden.

Endlich dient ein Ruder an der Kahnform, das von dem einen Griffe G der rechten Seite aus durch einfaches Drehen dieses Griffes verstellt werden kann, dazu, die Lenkung in der waagerechten Ebene zu bewerkstelligen.

Die Einfachheit des vorliegenden Projektes, insbesondere die Entbehrlichkeit jeglicher Maschinerie gestattet es, dasselbe in kürzester Frist und mit geringen Mitteln der Verwirklichung zuzuführen. Diese Eigenschaft, obwohl sie in die Augen springend ist, erlaube ich mir dennoch besonders hervorzuheben. Denn ich verspreche mir von der Ausführung dieses Luftschiffes und vom fleissigen Experimentiren mit demselben zum Mindesten den Erfolg, dass es uns klarere Einblicke in die Mechanik des Vogelfluges gestatten wird, eine Einsicht, die denn doch früher oder später zum endlichen Gelingen des grossen Wurfes, zum freien Bewegen in der Luft, führen wird.

Die Militair-Luftschifffahrt in Frankreich.

Ueber die Verhältnisse der Militair-Luftschifffahrt in Frankreich sind im Allgemeinen sehr günstige Meinungen verbreitet, die im Wesentlichen auf Mittheilungen und Andeutungen beruhen, welche seit Jahren durch die französische Presse verbreitet worden sind. Um nun unsern Lesern etwas Material zur Beurtheilung der wahren Sachlage zu bieten, entnehmen wir einem Aufsatze des „Spectateur militaire“ folgende Betrachtungen:

„Seit wenigen Jahren ist in der französischen Armee eine Organisation des Militair-Eisenbahn- und Feldtelegraphendienstes geschaffen worden, indess war bisher noch nichts geschehen für die Militair-Luftschifffahrt. Und welche Unterstützung könnte den Feldarmeen beispielsweise beim Beobachtungsdienst eine sachgemässe geschickte Verwendung von Ballons nicht leisten!

„Die ministerielle Verfügung vom 19. Mai*) bringt diese wichtige Hülfstruppe der Armee erst zu einer officiellen Existenz. Trotzdem scheint uns

*) Siehe Heft VIII Seite 275 dieses Jahrgangs der Zeitschr. d. D. V. z. F. d. L.

diese Verfügung nur das Anfangsstadium eines definitiven Reglements zu sein, ebenso, wie man das darin aufgestellte Personal nur als den Embryo einer vollkommenen Spezialtruppe der Militair-Luftschiffer betrachten kann, welche früher oder später unsern Generälen und Truppen im Kriege von unzweifelhaftem Nutzen sein werden.

„Wir können sogleich konstatiren, dass ein sehr merklicher Mangel an Zusammenhang (cohésion) unter den verschiedenen, durch die Verfügung vom 19. Mai bestimmten Verordnungen besteht. Zunächst erscheint die militair-aëronautische Central-Anstalt von Chalais nach dem Wortlaut des Dokuments dazu bestimmt, eine für den ganzen Dienst viel zu beschränkende Centralisation auszuüben. Man kann schon jetzt den Moment erkennen, wo dieser Dienst durch die Kraft der Verhältnisse eine Entwicklung erfahren wird, an die man nicht gedacht zu haben scheint: die Cadrestärke der Anstalt von Chalais wird nicht mehr ausreichen, um sich mit allen Details des Dienstes beschäftigen zu können, wie ihr Artikel I der Verfügung vom 19. Mai vorschreibt. Alsdann wird man allmählich dahin kommen, den in Artikel IV erwähnten aërostatischen Parks etwas mehr Unabhängigkeit zu gewähren.

„Ferner legt man der Genietruppe zu dem Vielen, was sie schon betreiben muss, auch noch diesen neuen Dienst auf! Und endlich, der General-Inspector der Militairtelegraphie soll nach Art. V jedes Jahr die Central-Anstalt zu Chalais und die aërostatischen Parks inspiziren!

„Uns scheint die Telegraphie sowohl, wie die Luftschifffahrt, spezielle Kenntnisse zu fordern, welche viel zu umfangreich und verschieden sind, als dass ein und derselbe Mann in beiden Gegenständen gleich gut erfahren sein könnte. „Schuster bleib bei deinem Leisten!" Die Genietruppe hat schon genug zu thun mit ihren gewöhnlichen Verrichtungen. Es ist unserer Auffassung nach Unrecht, derselben, wie es seit einiger Zeit geschieht, allmählich, entsprechend dem Bedürfniss, bald Eisenbahnbau, bald Luftschifffahrt etc. noch zu allen früheren Beschäftigungen aufzubürden. Zweifellos wird es nicht mehr lange dauern, wo sie sich auch noch mit Anwendung von Photographie, Telephonie etc. abgeben muss; alles das wird man sicherlich auch der Genietruppe anvertrauen. Als ob diese Truppe ein angebornes Universal-Wissen besässe!

„Glücklicherweise endigt die Verfügung vom 19. Mai mit einem kleinen Paragraphen, der uns einige Hoffnung in Anbetreff der Luftschifffahrt lässt. Das ist der Paragraph, worin von Spezial-Instruktionen gesprochen wird, welche die noch nicht vorgesehenen Details ergeben werden. Wir glauben, es wird nicht allein nothwendig werden, diese Details zu bestimmen, sondern auch sie zu modifiziren. Die Erfahrung wird das lehren. Es ist dies einmal das Loos aller neuen Einrichtungen. Indess ist auf dem Wege einer neuen nutzbringenden Praxis bereits damit ein grosser Fortschritt erzielt, dass nunmehr die Prinzipien und Grundlagen eines Dienstes festgesetzt sind, der in Zukunft allen modernen Armeen unentbehrlich sein wird." — —

So weit der „Spectateur militaire.“ Uns will es hiernach scheinen, als ob auf dem Gebiete der Militair-Aëronautik den Franzosen auch noch sehr viel zu thun übrig bleibt und dass dasjenige, was die französische Tagespresse darüber nun schon Jahre lang in Umlauf gebracht hat, etwas sehr stark optimistisch gefärbt gewesen. Wir möchten darnach auch bezweifeln, dass Frankreich allen anderen Mächten hinsichtlich der militairischen Luftschifffahrt so sehr überlegen ist, wie vielseitig angenommen wird.

Uebrigens mag hier noch in Ergänzung der seitens des Präsidenten der französischen Republik am 19. Mai 1886 über die Organisation des Militair-Luftschifferdienstes erlassenen Verfügung mitgetheilt sein, dass vorläufig acht Luftschifferparks eingerichtet werden und hierzu vom Kriegsminister drei Millionen Franks veranschlagt worden sind. Die Dislokation der Parks ist folgende: Es erhalten je einen Park: Toul, Epinal, Belfort und Gray (Eisenbahnknotenpunkt innerhalb des Festungsfünfeckes Toul-Epinal-Belfort-Besançon-Langres), ferner die Regimentsschulen des Geniekorps in Montpellier, Grenoble, Versailles und Arras.

Technische Revue.

Chemische Technologie; Referent: Dr. Kronberg.

I.

Ueber die Erkennung von Gasausströmungen mittelst Palladiumpapiers theilte Herr Dr. Bunte aus München auf der 26. Jahresversammlung des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern in Eisenach höchst werthvolle Erfahrungen mit. Derselbe äussert sich wie folgt:*)

In meinem vorjährigen Berichte über die im Auftrage unseres Vereins ausgeführten Untersuchungen, betreffend das Verhalten des Leuchtgases beim Durchgang durch den Erdboden (Journ. f. Gasbeleuchtung 1885, No. 24 u. 25) habe ich darauf hingewiesen, dass Palladiumchlorür ein Mittel sei, um die Gegenwart von Leuchtgas selbst dann zu erkennen, wenn dasselbe seinen eigenthümlichen charakteristischen Geruch bei Durchgang durch zwischenliegende Bodenschichten verloren oder stark verändert hat. Ich habe dabei hervorgehoben, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen, wenn eine solche Absorption der riechenden Bestandtheile des Gases nicht eingetreten ist, der Geruch weit schärfer ist, als die Palladiumreaktion, dass die letztere aber in manchen Fällen einen Vorzug vor dem Geruch besitzt, weil sie von der individuellen Disposition des Beobachters unabhängig ist und weil man in der Schwärzung des Palladiumpapiers ein untrügliches und bleibendes Zeichen einer stattgehabten Gasausströmung besitzt, welches nicht, wie der Geruch, mit der Beobachtung verschwindet. Das bei der Untersuchung benutzte Palladiumpapier kann gewissermaassen als Dokument dem Untersuchungsprotokoll beigelegt werden.

Veranlasst durch diese Mittheilungen haben verschiedene Vereinsmitglieder den Wunsch ausgesprochen, bei den vorzunehmenden Abbohrungen des Gasrohrnetzes Palladiumchlorürlösung anzuwenden und ich habe infolge dessen ein Kästchen mit

*) Im Auszuge aus dem Journal für Gasbeleuchtung S. 737—739.

den erforderlichen Utensilien zusammengestellt, das ich Ihnen hier vorzeige.*) Das Kästchen enthält eine Flasche mit Palladiumchlorürauflösung, ein Schälchen zur Herstellung des Palladiumpapiers, eine Anzahl Glasrohre mit Papierröllchen, welche an Korkpfropfen befestigt sind. Die höchst einfache Manipulation bei Ausführung einer Untersuchung habe ich bereits im Vorjahr kurz angegeben (Journ. f. Gasbeleuchtung 1885, No. 25, S. 675 u. 680 mit Abbildungen); bei der Untersuchung einer Rohrstrecke auf ihre Dichtigkeit werden in Abständen von 2 bis 3 m, je nach der Rohrlänge bezw. Muffenlage, Löcher in den Erdboden geschlagen, etwa 30 bis 40 cm tief, und in diese ½zöllige schmiedeeiserne Rohre eingesteckt. Ist eine Anzahl (etwa zehn) solcher Rohre eingesteckt, so setzt man die Glasröhrchen mit den feuchten Palladiumpapieren lose auf das obere Ende dieser Rohre und beobachtet, ob eine Schwärzung eintritt. Die Herstellung des Palladiumpapiers geschieht in der Weise, dass man Palladiumlösung in die Schale giesst und die mit Papierröllchen beschickten Glasrohre eintaucht. Färbt sich das Palladiumpapier nach 10—20 Minuten nicht braun oder schwarz, so ist keine Gasausströmung vorhanden. Durch das in den Boden eingesteckte Rohr wird die Luft des Untergrundes angesaugt und an dem feuchten Reagenspapier vorbeigeführt, wenn auch nur geringe Mengen kohlenoxydhaltigen Leuchtgases im Boden vorhanden sind, so entsteht eine deutliche braune oder schwarze Färbung.

In der angegebenen Weise haben nun verschiedene Herren die Palladiumlösung zur Prüfung der Dichtigkeit ihres Gasrohrnetzes oder zur Aufsuchung von Gasausströmungen verwendet und ich erlaube mir zunächst, die Erfahrungen bekannt zu geben, welche verschiedene Herren so freundlich waren, mir mitzutheilen.

Eingehende Versuche hat Herr Beyer (Mannheim) gemacht und seiner brieflichen Mittheilung geschwärzte Palladiumpapiere mit Bemerkungen, wo die Gasausströmung gefunden wurde, als Dokumente beigelegt, die ich Ihnen vorzeige. Herr Beyer spricht sich wie folgt aus:

„Ich hatte schon öfters Gelegenheit, den Palladiumapparat anzuwenden und habe jedesmal, wenn dies geschehen, die besten Resultate erzielt. Findet eine Gasausströmung statt, so wird dieselbe nach wenigen Minuten markirt, indem das mit Palladiumlösung getränkte Papier schwarz wird, ist keine Gasausströmung vorhanden, so bleibt das Papier absolut weiss. Wenn auf der Strasse ein Gasgeruch gemeldet wird, so lasse ich sofort die Rohre schlagen (es sind deren zwölf) und zwar in Entfernungen von 2 zu 2 m. Nach Verlauf von 5 bis 10 Minuten zeigt es sich, ob eine Gasentweichung vorhanden ist, und es lässt sich durch die Farbe der einzelnen Papiere ganz genau die Stelle bestimmen, wo die Entweichung am stärksten ist. Erfolgt nach Verlauf einer halben Stunde keine Veränderung in der Farbe des Papiers, so kann mit Sicherheit angenommen werden, dass keine Gasausströmung vorhanden ist. Ich schliesse ihnen einige Proben bei, woraus ganz genau zu ersehen, wie mit der Entfernung von der Geruchsstelle die Farbe heller ist.

„Ich halte das Verfahren als das beste, was bis jetzt auf diesem Gebiete geboten wurde, indem durch dessen Anwendung die absolute Sicherheit gegeben ist, rasch und ohne grosse Kosten jede Gasentweichung in dem Boden aufzufinden und

*) Derartige Kästchen mit Palladiumlösung und Zubehör sind für den Preis von 12 M. durch Herrn Dr. H. Bunte in München zu beziehen.

zwar kann der Ort der Ausströmung sofort festgestellt werden, wodurch das zeitraubende unnöthige Aufgraben grösserer Rohrstrecken vollständig vermieden wird."

Herr Eitner (Heidelberg) theilt seine Erfahrungen wie folgt mit:

„Wenn auch eine wohlgeschulte Gasnase zur schnellen Erkennung auch schwachen Gasgeruches geeigneter zu sein scheint, als die Palladiumlösung, so kann letztere doch in einzelnen Fällen vorzügliche Dienste leisten und sollte auf keinem Gaswerk fehlen. Ich erlaube mir, zwei Fälle anzuführen, in welchen uns das Reagens von grossem Nutzen war. In dem einen Falle handelte es sich darum, zu konstatiren, ob in einem Strassenhydrantenschachte sich Gas zeigte oder nicht. In diesem Schachte war nur zuweilen ein schwacher Geruch zu bemerken, der aber auch vielleicht eine andere Ursache, als eindringendes Leuchtgas haben konnte. Es wurde in demselben ein mit Palladiumlösung präparirtes Papier aufgehängt und nach einer Reihe von Tagen in der That eine deutliche Reaktion wahrgenommen, auch ergaben die nun vorgenommenen Aufgrabungen alsbald ein Leck an einem benachbarten Gasrohr. Im zweiten Falle war das erhaltene Resultat allerdings negativ, aber nichtsdestoweniger recht werthvoll. Ein Konsument behauptete, es sei an seiner Gasuhr eine Gasentweichung vorhanden, während die eingehende Untersuchung keine solche vorfand. Wir hatten allen Grund, zu glauben, dass der wahrgenommene Geruch vielleicht von einigen. beim Auffüllen der Uhr unten aus deren Syphon gelaufenen Tropfen Wasser herrühre, welche der Uhrenfüller unachtsamer Weise auf den Boden hatte laufen lassen. Der Kasten. welcher die Uhr umschliesst, wurde gut verschlossen und in eine Anbohrung desselben ein passendes Glasröhrchen mit dem präparirten Papier befestigt. Das Papier zeigte auch nach längerer Zeit keine Spur einer Reaktion, der Geruch ist verschwunden und sowohl der Konsument als das Gaswerk haben sich danach beruhigt.

Eben so günstig lauten mehrere andere in dem Journal für Gasbeleuchtung mitgetheilte Berichte. Herr Dr. Knublauch im Laboratorium der Kölner Gasanstalt hat auch genaue Versuche über die Empfindlichkeit des Palladiumchlorürs für Leuchtgas angestellt.

Vermuthlich dürfte dieses neue Reagens auch zur Erkennung von Undichtigkeiten in den beim Füllen des Ballons benutzten Schläuchen und der Ballonhülle selbst verwendbar sein.

II.

Die Hebelwage zur Bestimmung des spezifischen Gewichts von Gasen von F. Lux in Ludwigshafen a. Rh., welche derselbe im Patente No. 35430 vorschlägt, ist derart eingerichtet, dass ein als Wagschale dienendes, auf dem einen Hebelarm sitzendes Aufnahmegefäss mit einer der Drehbewegung des Hebels folgenden Zu- und Ableitung für den zu wägenden Gas- bezw. Flüssigkeitsstrom verbunden und der zu wägende Körper durch den Druck des nachfolgenden Stromes stetig in das Aufnahmegefäss hinein- und gleich darauf wieder aus demselben herausgetrieben wird, wobei ein mit dem Hebelarm verbundener Hebel die Hebungen oder Senkungen auf einer Theilung anzeigt.

Die Skala wird mittels zweier Fixpunkte hergestellt, von denen der eine, welcher sich ergiebt, wenn das Gefäss mit Luft gefüllt ist, mit 1, der andere, bei Wasserstofffüllung des Gefässes, mit 0,07 bezeichnet wird. Der Zeiger giebt das spezifische Gewicht an.

Durch Absperrung der Ableitung kann man den Druck bestimmen, unter

welchem ein Gas sich in einem mit der Zuführungsleitung verbundenen Behälter befindet.

Die Bestandtheile eines Gasgemenges können bestimmt werden, indem man eine Anzahl von Hebelwagen anwendet und zwischen je zweien derselben ein Absorptionsgefäss für einen Bestandtheil des Gasgemenges anbringt.

III.

Ueber das Aufstellen von Gasmessern im Freien theilte Herr Kunath in der Versammlung des Baltischen Vereins von Gasfachmännern zu Rostock mit, dass er im verflossenen Winter einen trockenen Gasmesser (80 Flammen) zur Beleuchtung einer Eisbahn mehrere Monate hindurch der wechselnden Temperatur bis 20° C. Kälte ausgesetzt habe, ohne dass ein Einfluss der Kälte weder auf den Gang des Gasmessers, noch auf die Registrirung habe konstatirt werden können. Der Gasmesser ist vor und nach der Aufstellung mittels des Aichapparates geprüft und für richtig registrirend befunden worden. Nach den örtlichen Verhältnissen konnte seine Aufstellung nur unter einer hölzernen Brücke bewirkt werden und der einzige Schutz bestand in einer Bretterbekleidung und Zwischenfüllung von Sägespähnen. Vor Vornahme der Aufstellung des Gasmessers an diesem der Kälte ausgesetzten Ort hing Herr Kunath ein Stück Balgenleder im Freien bei 15° C. Kälte auf und setzte gleichzeitig einen trockenen Experimentirgasmesser mit Glasscheiben im Betrieb derselben Temperatur aus. Er fand hierbei, dass sowohl das frei aufgehängte Leder, wie das der Bälge im Gasmesser weich und geschmeidig blieb und somit die Befürchtung, die Kälte könne das Balgenleder steif und brüchig machen, unbegründet war. Durch den auf der Eisbahn aufgestellten Gasmesser waren 1782 cbm Gas hindurchgegangen.

(J. f. Gasbeleuchtung.)

IV.

Das Absperren grosser Gasleitungen, d. h. solcher über 200 mm lichter Weite, bei welchen thierische Blasen nicht mehr ausreichen und besondere Absperrbeutel aus Gummi oder anderen Stoffen angewendet werden müssen, macht die Arbeit für die Ausführenden immer mehr oder minder gefährlich durch das beim Bohren der Löcher ausströmende Gas Herr Kunath wendet zur Verringerung dieser Gefahr ein Verfahren an, welches darin besteht, dass über die Stelle, an welcher ein Loch gebohrt werden soll, eine Art Hut, bestehend aus einem schweren, der Rundung des Rohres angepassten Bleiring, und einer in demselben dicht befestigten thierischen Blase gebracht wird. Dieser Hut wird mittelst Kitt dicht auf das Rohr aufgesetzt, in die Blase oben ein Loch von der Grösse des Bohrers eingeschnitten und durch dasselbe nun das Werkzeug eingeführt. Beim Arbeiten wird der Austritt des Gases dadurch verhindert, dass die Blase an der Stelle, an welcher das Werkzeug hindurchragt, fest um dieses Werkzeug gehalten wird. In dieser Weise können sämmtliche Handhabungen, Bohren, Ausfeilen des Grats, Gewindeschneiden u. s. w. ohne Belästigung des Arbeiters ausgeführt werden, indem während des Herausziehens oder Wechselns des Werkzeuges durch Andrücken der Blase auf das Loch im Rohr der Gasaustritt verhindert wird. (J. f. Gasbeleuchtung.)

V.

Zur Bestimmung des Sauerstoffs bei der Gasanalyse wird von den Professoren Victor Meyer und Jannasch in Göttingen vorgeschlagen, essigsaures Chromoxydul zu verwenden, welches von der Chemikalienfabrik von Dr. Schuchardt in Görlitz bezogen werden kann. Vor dem Gebrauch muss die Lösung mit einer

zur völligen Zersetzung nicht hinreichenden Menge Salzsäure versetzt und ausgekocht werden. Bisher war zur Absorption des Sauerstoffs eine alkalische Lösung von Pyrogallussäure üblich. Die Sache ist nicht unwichtig für die Untersuchung von Ballongasen auf beigemengte grössere Mengen Luft in Folge von Versehen bei der Füllung oder dergl.

VI.

Nach dem Bericht der Gasanstalt zu Charlottenburg für 1885/86 hat dort der Gaskonsum gegen das Vorjahr um 14,4 Prozent zugenommen, derselbe vertheilte sich mit 58 Prozent auf Private, 10 Prozent auf die 4 Stadtbahnhöfe, 8 Prozent auf die kgl. technische Hochschule, 15,6 Prozent auf öffentliche Strassenbeleuchtung u. s. w. Der Verlust betrug 6,1 Prozent, der Preis 18 Pfennig pro Kubikmeter für Private und 16 Pfennig für die öffentlichen Anstalten, während der Selbstkostenpreis nur 10,8 Pfennig beträgt. Die vergasten Kohlen lieferten pro 100 kg (Doppelzentner) 28,4 cbm Gas, 1,48 hl Kokes, 4,78 kg Theer und 9,75 kg Ammoniakwasser. Am meisten Gas wurde am 17. Dezember, am wenigsten am 28. Juni verbraucht. Die Gas- und Unterhaltungskosten für eine einzelne öffentliche Gaslaterne betragen jährlich 90½ Mark.

VII.

Die Einführung der Gasbeleuchtung, welche erst die Füllung des Luftballons mit Leuchtgas für häufiger stattfindende Fahrten ermöglichte, erfolgte in Berlin vor nunmehr 60 Jahren. Am Abend des 19. September 1826, als die Gaslaternen zum ersten Mal unter den Linden ihr Licht entfalteten, wogte ganz Berlin durch die Strassen, um die grosse Neuerung zu bewundern. Die Berichte von damals lauten überschwänglich über das strahlende Schauspiel, obwohl noch jetzt, trotz vielfacher Verbesserungen, gerade die Beleuchtung der Linden nach unseren heutigen Begriffen zu wünschen übrig lässt. Und selbst die elektrische Beleuchtung reisst unsere heutige Generation nicht mehr zu solcher Bewunderung hin, wie damals die alten Berliner die erste schlichte Gasflamme.

VIII.

Wassergas. Die Konzession zur Vertheilung von Wassergas für motorische Zwecke in der Stadt Paris ist der Gegenstand einer Eingabe der Herren van Effenterre und Thiercelin, der Redakteure des Journal du Gaz et de l'Electricité, an den Munizipalrath von Paris. Die Gesuchsteller führen aus, dass die Ertheilung einer solchen Konzession dem mit der Pariser Gesellschaft abgeschlossenen Vertrage nicht zuwiderlaufe, da diese Gesellschaft nach dem Wortlaut nur das ausschliessliche Recht habe, Gas zur Beleuchtung und zum Heizen (d'établir de tuyaux pour la conduite du gaz d'éclairage et de chauffage) zu vertheilen, nicht aber für motorische Zwecke. Die Gesuchsteller erbieten sich, Motorengas (Wassergas) für 10 Cts. pro 1 cbm zu liefern, von solcher Qualität, dass in einem vierpferdigen Motor pro Stunde und Pferd nicht mehr als 1 cbm konsumirt wird.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Wochenschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architektenvereins. XI. Jahrgang. No. 34. Wien, 20. August 1886.

Das genannte Blatt enthält einen Aufsatz des Ingenieurs A. Platte „Ueber das Flugproblem". Der den Lesern unserer Vereinszeitschrift bekannte Verfasser

setzt in dem oben genannten Artikel sein Projekt eines Ballons mit Segelfläche auseinander. Da derselbe dies Projekt in unserer Zeitschrift bereits selbst verschiedentlich erläutert hat, so darf Referent sich kurz fassen.

Der Ballon mit Segelfläche ist ein Verwandter des Wellnerschen „Segelballons“ und noch mehr der Lippertschen Fallschirmmontgolfière. Bei allen dreien soll die aus dem Uebergewichte — d. h. dem Gewichte vermindert um den Auftrieb — resultirende Fallgeschwindigkeit vermöge schiefer Segelflächen in eine solche mit möglichst grosser Horizontalkomponente verwandelt werden. Alle drei haben also auch das gemeinsam, dass der Ballon, um fallen zu können, erst in die Höhe geschafft und dann belastet werden muss.

Der erste jener drei steigt als richtige Charlière auf und beginnt dann das Fallen, weil durch das Ausströmen des Gases die Steigkraft null und negativ geworden ist. Als Segelfläche soll die ebene schiefe Ballonwand selbst dienen. Hat das Fallen einmal begonnen, so setzt es sich wie bei jedem Aërostaten, beschleunigt fort. Ein mehrmaliges Auf- und Niedersteigen ist nicht möglich, die Seitwärtsbewegung vermuthlich gering, weil der Ballon nicht schlank genug gebaut ist, auch vielleicht seiner Anlage nach nicht gebaut werden kann. Immerhin muss man die Einfachheit der angewandten Mittel anerkennen.

Der zweite jener drei steigt als Montgolfière und sinkt, sobald die Feuerung nachlässt oder gar aufhört. Das Abgleiten von der senkrechten in eine schräge Fallrichtung soll, so viel dem Referenten erinnerlich, ebenfalls allein durch die Unterfläche des Ballons bewirkt werden, der übrigens eine zweckmässig gestreckte Form erhalten soll. Der grosse prinzipielle Vortheil — Vortheil und auch Schwäche — dieses Entwurfes gegenüber dem vorigen ist die Einrichtung des Ballons als Montgolfière. Denn diese gestattet ein wiederholtes Steigen und Sinken, ohne zu landen. Aber zugleich werden gegen Montgolfièren, zumal gegen eine solche horizontal gestreckte, welche die Luft mit merklicher Eigengeschwindigkeit durchschneiden soll, viele Bedenken geltend gemacht. Zur Ausführung gelangt, sei es auch nur im Modell, ist dieser Entwurf, so viel man weiss, nicht.

Der dritte Entwurf verfolgt den Gedanken weiter, dass man die beim Sinken gewonnene Geschwindigkeit mehr oder weniger in die horizontale Richtung abzulenken vermag, aber es soll dieses Ziel nicht lediglich durch die unvollkommene Segelwirkung der Ballonwände selbst erreicht werden, sondern durch eigens konstruirte, verstellbare Segelflächen von genügender Grösse. Dies ist gegenüber den vorerwähnten Entwürfen ein entschiedener Fortschritt, und es kann auch keinem Zweifel unterliegen, dass sich solche Flächen von ausreichender Grösse und Festigkeit werden bauen lassen, nachdem man einmal angefangen hat, sich mit der Herstellung grosser Drachen zu beschäftigen. Selbstverständlich soll der Ballon, um in Richtung der Horizontalbewegung einen möglichst geringen Widerstand zu bieten, die bekannte Zigarrenform erhalten. Was nun das Heben und die Belastung anbetrifft, so sind zwei Vorschläge zu unterscheiden. Nach dem ersten derselben steigt das Luftschiff als Aërostat, mit Leuchtgas oder Wasserstoff gefüllt, auf, während ein von der Gondel herabhängendes schweres Seil, das der Ballon nicht zu tragen vermag, am Boden schleift. Wird nun dieses Seil aufgewunden, so erhält der Ballon ein Uebergewicht, beginnt zu sinken und in der durch die Segelflächen bestimmten Richtung abzutreiben, lässt man das Seil wieder fallen, so tritt eine Entlastung des Ballons ein und er beginnt wieder zu steigen.

Man hat gegen dies Projekt manchen Einwand erhoben, aber es soll nur ein Beispiel sein, wie man etwa einem erhobenen Ballon ein Uebergewicht verschaffen könnte und beansprucht nicht, in dieser Form ausgeführt zu werden.*) Ebenso gut — vielleicht auch noch besser, weil ein in beliebiger Höhe ausführbares Experiment — hätte Herr Platte zur Erläuterung desselben Gedankens annehmen können, dass man in genügender Tiefe unter der Gondel einen ausgebreiteten, aber umgekehrten grossen Fallschirm hängen hätte. Sobald nun die Arbeitskraft, welche auch für das Aufziehen des Seiles verfügbar sein müsste, den Fallschirm in die Höhe zu ziehen beginnt, ist der Ballon mit einem der Zugkraft gleichen Uebergewichte versehen und es lassen sich dann an dieses Beispiel dieselben Erläuterungen knüpfen, wie es Herr Platte bei jenem gethan.

Im Interesse der praktischen Ausführbarkeit ist nun der Verfasser an eine Umformung desselben gegangen.

---

*) Von Herrn Platte erhielt die Redaktion dieser Zeitschrift folgendes Schreiben:

„Ueber das Projekt, den Ballon ohne Motor mit Hilfe einer Segelfläche am Gondelringe und eines Belastungsseiles zu lenken, war Herr Hermann Moedebeck so gütig, im VI. Heft dieser Zeitschrift seine Ansicht dahin auszusprechen, dass derselbe zwar in der Theorie nicht anzufechten wäre, jedoch die praktische Ausführung auf mannigfache Schwierigkeiten stossen dürfte.

„Ich stimme dieser Ansicht vollkommen bei, muss jedoch aufklärend bemerken, dass der Vorschlag zur Ausführung dieses Experimentes nur deshalb gemacht wurde, um durch dasselbe den Beweis zu erbringen, dass ein dem Ballon gegebenes Uebergewicht, bei Vorhandensein einer Segelfläche in beschriebener Art, schon allein ein annähernd horizontales Fortkommen bewirken müsse und dass die in solcher Art erzeugte Fluglinie bei entsprechender jeweiliger Stellung der Segelfläche sich um so mehr der Horizontalen nähern kann, je grösser die Segelfläche ist, ferner, dass die Fluggeschwindigkeit des so bewegten Schiffes von der Grösse des Ueberlastungsgewichtes direkt abhängig ist.

„Erst nach experimenteller Feststellung dieser Thatsachen kann an deren praktische Verwerthung gegangen werden und denke ich mir diese in der Weise, wie sie in der Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins No. 34. vom 20. Aug. d. J. dargelegt wurde.

„Es soll nämlich das Luftschiff mit zigarrenförmigem Ballon und verstellbarer Segelfläche auch eine aus dem Ballon zu speisende Gasmaschine erhalten, welche die Aufgabe hätte, das Schiff — dem von vorhinein jenes Uebergewicht verliehen wurde, welches durch seinen Druck auf die Segelfläche eine bestimmte, annähernd horizontale Fluggeschwindigkeit bewirkt — durch einen parallel zur Segelfläche wirkenden Propeller in die Horizontale oder darüber hinaus zu heben. Mit dem Vogel verglichen würde der Ballon den Leib, die bewegliche Segelfläche die ausgespannten Flügel und die Arbeit des Propellers den Flügelschlag ersetzen, während durch die Belastung des Segelareales mit 3 bis 4 Kilogramm pro Quadratmeter dem ganzen Apparat annähernd das spezifische Gewicht des Vogels gegeben wird.

„Selbstverständlich könnte der ganze Apparat nur dadurch in Bewegung gebracht werden, dass er nach vollkommener Adjustirung und Einstellung der Segelfläche durch geeignete Vorrichtungen frei fallen gelassen und während des Falles durch das Spiel der Segelfläche und die Arbeit des Propellers gelenkt würde.

„Wie ersichtlich, dient der aus festem Material herzustellende Ballon nur mehr als Brennmaterialreservoir.

„Im Falle des Gelingens wäre der Beweis erbracht, dass beim Fliegen die Triebkraft des Gewichtes des Flugkörpers die Haupt-, die Muskelkraft aber nur die Nebenrolle spielt.“

Der Ballon besitzt von vornherein ein bedeutendes Uebergewicht in dem gewählten Zahlenbeispiele von 2850 Kilogramm. Er wird daher im Anfange durch Maschinenkraft auf ein thurmartiges Gerüst gehoben und dort von einem Krahn über den Abgrund gehalten. Sobald jener loslässt, beginnt das Schiff zu fallen, nunmehr wird aber die Wirkung der Segelflächen rege, welche es mehr und mehr nach der Seite ableiten, bis es in einer geneigten Graden schräg abwärts gleitet. Die Neigung dieser schliesslich eintretenden gradlinigen Bahn hängt nur von dem Verhältniss der reduzirten Widerstandsflächen ab, nämlich der Stirnfläche des Ballons und der dazu senkrechten Unterfläche und Segelfläche. Sie beträgt z. B. in dem vom Verfasser angenommenen Beispiele, dass die letztere Fläche 60 Mal so gross sei, als die erste, etwa 14 Grad, so dass der Ballon auf vier Meter Fortbewegung nahezu einen Meter sinkt und zwar einen halben Meter infolge der Neigung der Segelflächen selbst und ebenso viel noch wieder unter die durch diese bestimmte Ebene. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Körper auf dieser im Grenzfalle erreichten Graden hinabgleitet, hängt von dem Uebergewichte ab und ist um so grösser, je grösser dieses ist. Um bei den vom Verfasser gewählten Massen — 30 m Länge, 7 m Durchmesser, 790 qm Segelfläche — eine Geschwindigkeit von 15 Metern zu erreichen, ist ein Uebergewicht von 2580 kg erforderlich. Je grösser dieses Uebergewicht, desto grösser die Geschwindigkeit, deren Quadrat nämlich jenem Gewichte proportional ist.

Nach Ansicht des Verfassers soll diese gleichförmige Bewegung auf einer schwach geneigten Graden bereits nach einem freien Fall von 5,4 m nahezu erreicht sein.

Mit einem blossen Abwärtsgleiten auf schiefer Ebene würde aber der Luftschifffahrt wenig geholfen sein. Kein Mensch würde eine Last auf einen 100 Meter hohen Thurm heben und dann nach einem 400 bis 500 Meter entfernten Punkte abwärtsgleiten lassen, statt sie direkt dorthin zu befördern. Es soll also diese abwärtsgleitende Bewegung durch Umstellen der Segelflächen in eine aufwärtssteigende verwandelt werden. Wie weit und wie tief das Schiff nun auch schon bis zu dem Augenblicke des Wendens herabgeglitten sein möge, so wird es sich doch vermöge seiner aufgespeicherten Geschwindigkeit, die ja den Grenzwerth von 15 Metern nicht übersteigt, auch nicht höher, als etwa 11 Meter äussersten Falles, wieder erheben können. Dies ist nämlich die Höhe, zu welcher es bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 15 Metern senkrecht in die Höhe steigen würde. Je mehr die Richtung des Ansteigens von der senkrechten abweicht, desto weniger hoch vermag das Schiff auf Kosten seiner Geschwindigkeit wieder hinaufzugleiten. Denn nicht nur, dass bei dem schrägen und deshalb längeren Wege durch den Widerstand gegen die Stirnfläche mehr lebendige Kraft aufgezehrt wird, so weicht auch die Luft beständig unter der Segelebene, welche ja als die schiefe Ebene des Aufwärtsgleitens anzusehen ist, nach unten aus.

Aus diesem Grunde soll nach dem Entwurfe des Verfassers das Luftschiff mit einem Motor versehen sein, durch dessen der Segelfläche stets parallele Schraube es wieder schräg in die Höhe geschleppt wird. Nach Ansicht des Verfassers soll eine 6pferdige Gasmaschine im Gewichte von 600 kg hierfür ausreichen, und zwar „erreicht das Schiff, weil der Propeller fortwährend in Thätigkeit bleibt, den Wellenberg in einer Höhe, die sogar grösser ist, als jener Punkt, von welchem das Schiff frei fallen gelassen wurde“. Leider theilt uns der Verfasser in der vorliegenden

Arbeit weder Rechnungen noch Versuche mit, durch welche er dieses Resultat erhalten hat. Vielleicht wird diese Lücke noch gelegentlich ausgefüllt.

Desgleichen hätte Referent gern eine Begründung dafür gelesen, dass die sogenannte wellenförmige Bewegung, sei es in dieser, sei es in jener Hinsicht, Vortheile gegenüber der gradlinigen bietet. Hiervon ausgenommen ist selbstverständlich das Umbiegen nach oben am Ende des Fluges, welches den Zweck hat, Bewegung zu vernichten, d. h. das Ziel mit der Geschwindigkeit null zu erreichen. Referent will gar nicht behaupten, dass nicht möglicherweise ein Punkt von einem andern aus auf krummliniger Flugbahn beim selben Kraftaufwande schneller erreicht werde, als auf gradliniger — denn man denke nur an das Beispiel der Brachystochrone —, aber es ist darüber wohl nichts ermittelt, und all die Wunder, welche der wellenförmige Flug wirken soll, bestehen vielleicht nur im Glauben.

Darin aber stimmen wir jedenfalls alle mit dem Herrn Verfasser überein, „dass es vermessen wäre, schon heute daran zu denken, grosse Luftschiffe zu bauen und sämmtliche Schwierigkeiten mit einem Schlage lösen zu wollen. Daran kann nicht gedacht werden. Dagegen dürfte es wirklich keinem Anstande unterliegen, mit kleinen verschieden geformten Ballons und denselben beigegebenen Segelflächen Versuche ganz in der Art anzustellen, wie es hier angedeutet worden ist.“

Wünschen wir, dass der Herr Verfasser bald Musse und Gelegenheit zur Anstellung derartiger Versuche finden möge. — Gerlach.

Meteorologische Zeitschrift. Herausgegeben von der Oesterreichischen Gesellschaft für Meteorologie und der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft. Heft 7 bis einschl. 10, Juli bis Oktober 1886.

Inhalt des 7. Heftes: Eckholm, Ueber die tägliche Variation des Luftdrucks während des nordischen Winters. — van Bebber, Untersuchungen über die Form und die Bewegung der Cyklonen. — Brückner, Die Schwankungen des Wasserstandes im Schwarzen Meer und ihre Ursachen.

Inhalt des 8. Heftes: Vettin, Luftströmungen über Berlin in den vier Jahreszeiten (aus Heft IV unserer Zeitschrift). — Schreiber, Bestimmung der Bewegung eines Luftballons durch trigonometrische Messungen; ein interessanter Aufsatz, der auch in unserer Zeitschrift zum Abdruck gelangt ist. (Siehe Heft VIII und IX unserer Zeitschrift.) — Meyer, Gewitter des oberen Leinethales am 1. Juni 1886. — Hazen, Thermometer-Aufstellung.

Inhalt des 9. Heftes: Die Vertheilung der Regenmengen in Brasilien. Von Professor F. M. Draenert in Bahia. — Die Einwirkung der barometrischen Minima und Maxima auf die Richtung des Windes und Wolkenzuges, dargestellt nach den telegraphischen Wetterberichten der deutschen Seewarte und den eigenen Wolkenmessungen in Berlin während des Jahres Mai 1883—84 von Dr. Vettin. Dieser Aufsatz bietet einen sehr beachtungswerthen weiteren Beitrag, die Räthsel der Vorgänge in der Atmosphäre zu lösen. Auf Grund einjähriger Beobachtung weist Dr. Vettin nach, in welchem Maasse die höheren Luftschichten von den Cyklonen und Anticyklonen der Erdoberfläche beeinflusst werden. Es stellt sich dabei heraus, dass dieser Einfluss nach oben hin ganz bedeutend abnimmt, namentlich keine bedeutenden Richtungsveränderungen auf die westliche Hauptströmung im Gefolge hat. Dies gilt besonders für die Regionen der oberen und unteren Cirrus-Wolken. Die Ablenkung zeigt sich in einem Bogen, der bei

Depressionen seine Konvex-Seite dem Süden, bei Anticyklonen dem Norden zugekehrt hat. Beim Herabsteigen in die tieferen Regionen findet ein allmählicher Uebergang in diejenigen Luftströmungen statt, welche die Charakteristik eines Maximums oder Minimums ausmachen. — Tägliche Drehung des Wolkenzuges von A. Richter in Lichtenwalde. — Kleinere Mittheilungen: Fahrt des Ballons „Victoria" am 6. Mai 1886.

Inhalt des 10. Heftes: Beiträge zur Kenntniss der Niederschlagsverhältnisse von Deutschland von Dr. G. Hellmann. — Der Orkan vom 14. Mai in Crossen a. d. Oder. Von Dr. R. Assmann. — Die Veröffentlichungen des Königl. Niederländischen Instituts.

Photographische Korrespondenz. Organ der Photographischen Gesellschaft in Wien und des Vereins zur Pflege der Photographie und verwandten Künste in Frankfurt a. M. September 1886.

Das Heft enthält einen Aufsatz von dem K. K. Regierungsrath Volkmer „Ueber die Fortschritte der Photographie und Reproduktionstechnik", in welchem auch die Ballonphotographie einer eingehenderen Betrachtung gewürdigt wird. Die darüber gemachten Versuche sind unseren Lesern aus früheren Berichten bekannt und brauchen deswegen hier nicht wiederholt zu werden. Neu ist uns hingegen die in einer Anmerkung gegebene Mittheilung, dass auch die preussische Luftschiffer-Abtheilung sich mit Ballonphotographie befassen sollte. So viel diesseits darüber bekannt ist, verfolgt die Luftschiffer-Abtheilung nur das eine Ziel, den Ballon zu einem brauchbaren Kriegswerkzeug zu machen und hat, um einer Zersplitterung ihrer Kräfte vorzubeugen, die Ausbildung jeder anderen, damit in Verbindung zu bringenden Technik Privaten überlassen. Dass wir auch auf diese Weise nicht hinter anderen Ländern zurückbleiben, haben die deutschen, zum Theil sehr klaren Ballonphotographien, welche bei Gelegenheit der diesjährigen Naturforscher-Versammlung in Berlin ausgestellt waren, bewiesen.

L'Aéronaute. Bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne. Fondé et dirigé par le Dr. Abel Hureau de Villeneuve. 19. Année. No. 10, Octobre. No. 11, Novembre. Paris 1886.

Im 10. Hefte macht Létonné Mittheilungen über einen Luftschiffentwurf des Generals Meusnier vom Jahre 1784. Das Luftschifferinstitut in Chalais besitzt einen, jetzt in photographischer Nachbildung der Akademie überreichten Atlas, welcher auf 16 Seiten und in 8 Tabellen einen Entwurf des oben genannten, um die Luftschifffahrt hoch verdienten Generals enthält. Dieser Atlas, übrigens selbst nur eine Copie des verloren gegangenen Originales, war den 26. Fructidor des Jahres VII nach Metz an die dortige Genieschule geschickt worden. Er blieb da bis 1870, wurde, Dank der Hingabe des Oberst Goulier, vor den Händen der Feinde gerettet und kam schliesslich nach Chalais, 1884, nachdem er, mit anderen Dokumenten zusammen, vorher von der Kommission zur Einrichtung eines Militärluftschifferparkes benutzt worden war. Meusnier macht darin die folgenden drei Vorschläge: 1) Langgestreckte Form des Luftschiffes, 2) Vorhandensein eines inneren kleinen Ballons, in welchen man athmosphärische Luft pumpen kann, 3) Anwendung von drehbaren Segeln, welche zusammen eine wahre Schraube bilden. Die Einrichtungen des Ganzen, wie der Theile sind mit der peinlichsten Sorgfalt studirt und ausgeführt. Es wäre zu wünschen, dass auch die übrigen, wahrscheinlich noch im

Archiv des Kriegsministeriums vorhandenen Denkschriften des Generals seinem Andenken zu Ehren veröffentlicht würden. — Dasselbe Heft enthält einen Bericht von Dr. Winkler über einen merkwürdigen Brieftaubenflug. (Auszug aus der Zeitschrift des [?] Vereins für Akklimatisation.) Darnach züchtet ein Herr Bronkhorst zu Haarlem Brieftauben, welche von Leyden nach Haarlem und von selbst wieder zurück fliegen, während man sonst bekanntlich dergleichen Tauben immer nur nach einem Orte fliegen lassen kann, wo sie zu Hause sind und den Hintransport im Käfig besorgen muss. Herr Bronkhorst antwortete auf die Frage, wie man durch Zucht zu jenem Ergebnisse gelange: „Das ist mein Geheimniss.“ Indessen ist die Möglichkeit und das Mittel, ein derartiges Resultat zu erhalten, schon lange in den Kreisen der Brieftaubenzüchter bekannt.

Im Heft 11 ist zunächst ein Bericht eines Herrn de Sanderval betreffend „Versuche über den Segelflug“, wiedergegeben, ein Bericht, den er der Akademie erstattet hat, leider ohne darin, wie die Redaktion des Aéronaute richtig hervorhebt, Zeit, Ort und Zeugen der Versuche anzugeben. Der Verfasser schreibt unter Anderem:

„.... Mein erster Apparat hatte zwei Flügel von 6 m Länge, also 12 m Spannweite und 4 m Breite. Die Flügel waren aus Leinewand, Bambus und Holzstäben gebildet. Die Leinewand war senkrecht zum Rückgrat in Streifen von 12 m Breite getheilt und in passender Weise von einem gespannten Netz gehalten und bedeckt. Sie öffnete sich beim Heben, wie ein Vogelflügel; denn jede Feder schwingt bei diesem um eine Längsaxe, durch welche sie in zwei flächenungleiche Theile geschieden wird.

„Auf einer Planke stehend und mit Tragriemen an dem Mittelbalken gehalten, konnte ich durch Strecken und Beugen der Beine leicht grosse Kraft aufwenden. Mit diesem Apparate, der gut arbeitete, konnte ich leider nur die Thatsache konstatiren, dass der Mensch nicht genug Kraft entwickeln kann, um sich in ruhiger Luft zu erheben. Ich verzichtete daher auf Anwendung beweglicher Flügel.

„Ich nahm die Versuche wieder auf, ersetzte aber die Flügel durch eine starre Ebene und die getheilte Leinewand durch ungetheilte.

„Ich liess diesen Apparat, welcher mit 80 kg belastet war und selbst 45 kg wog, längs eines zwischen zwei Hügeln ausgespannten Kabels von 400 m Länge herabgleiten und stellte fest, dass die durch das Gewicht des Apparates erzeugte Einbiegung des Kabels null war, als er dasselbe mit voller Geschwindigkeit passirte, dagegen ungefähr 8 m betrug, als er in der Mitte desselben angehalten wurde. Wurde er hier im Zustande der Ruhe plötzlich losgelassen, fiel er zunächst fast senkrecht, dann vermehrte sich in der zweiten Sekunde die Horizontalbewegung reissend, während der vertikale Fall sich verminderte. Aber bei dem geringsten Gleichgewichtsfehler zwischen der gegenseitigen Lage des Schwerpunktes und des Mittelpunktes der Segelfläche setzten sich die begonnenen Schwankungen vermöge der Trägheit heftig fort, sodass der Apparat auf der Erde zerbrach. Es war klar, hätte man die Lage des Schwerpunktes beliebig ändern können, so würde man den Lauf haben regeln können. Darauf nahm ich selbst den Platz des Ballastes ein und hängte den Apparat an einem langen senkrechten Kabel auf, das an der Mitte des vorhergehenden befestigt war. Indem ich so über einen Verständniss besitzenden Ballast verfügte, schwang der Apparat in dem Winde nach meinem Gefallen, wie ich es in einer früheren Mittheilung angezeigt hatte. Seine Oberfläche von 28 m genügte, um einen Menschen mit verhältnissmässig ge-

ringer Fallgeschwindigkeit zu tragen. Bei einem Winde von 10 m Geschwindigkeit hob er mich mit meinen beiden Gehilfen in die Luft und hielt uns so während der ganzen Zeit, während welcher wir ihn so richteten, dass das Haltetau gespannt war.

„Der letzte und interessanteste Versuch beruhte auf diesen verschiedenen Resultaten und auf der Thatsache, dass ein Vogel sich im Raume erheben kann, indem er eine weite Spirale von geringer Ganghöhe beschreibt, oder sich auch lange Zeit in derselben Höhe erhalten kann, ohne mit den Flügeln zu schlagen, unter der Bedingung, dass er gegen die Luft eine genügende horizontale Geschwindigkeit besitzt. Ich versuchte es also mit einem dem vorhergehenden ähnlichen, aber runden Apparate, der an einem vertikalen Kabel von 200 m Länge (!) aufgehängt war, und liess ihn einen Kreis beschreiben, die Basis eines Kegels, dessen Erzeugende das Kabel vorstellte. Bei diesem Versuche empfindet man ein merkliches Leichterwerden, aber es wäre ein viel längeres Kabel nöthig (?!), damit die Basis des beschriebenen Kegels einem Apparate von einigen Metern Durchmesser den nötigen Anlauf und Bewegungsfreiheit gestattete. Ich glaube indessen, dass das Gefühl, das man empfindet, von dem Raume in dem Maasse, als die Geschwindigkeit wächst, Besitz zu ergreifen, und das Beispiel der Vögel, welche sich in der Luft vorwärtsbewegen, ohne mit den Flügeln zu schlagen, den Erfolg des Segelfluges muthmassen lassen.

„Wenn der Mensch über eine unbegrenzte Fallhöhe verfügte, so dass er volle Zeit hätte, sich in die Umstände zu finden, so würde er wahrscheinlich dazu kommen, sich nach seinem Gefallen zu bewegen. Ohne Bewegung gegen die Luft hat er keine Kraft, sich zu erheben; aber in den Wind gestellt oder begabt mit genügender horizontaler Geschwindigkeit befindet er sich gewissermassen in einem anderen Mittel und findet in der Luft einen ausreichend widerstandsfähigen Standpunkt. In diesem dynamischen Gleichgewicht wird er die Bedingungen eines nutzbringenden Fluges finden.

„Ich habe nach den handschriftlichen Bemerkungen Biots einen sehr geistreich erdachten Apparat, der diese Bedingungen verwirklichen musste, bauen lassen und habe damit experimentirt. Dieser Apparat, der aus zwei grossen Flügeln auf einem leichten Wagen bestand, nahm seinen Anlauf auf einem langen asphaltirten Abhang und hob sich ausreichend gut, aber immer mit dem Uebelstande, dass er den Versuch nicht lange genug fortsetzen konnte, um entscheidend zu sein. Jedesmal brach der Apparat beim Niederfallen entzwei. Mir scheint ein langes senkrechtes Kabel, wie das, von dem ich sprach, das einen Kegel mit breiter Basis zu beschreiben vermag, die besten Versuchsbedingungen und die meiste Aussicht auf Erfolg darzubieten.“ —

Ferner enthält Heft 11 von Marey „Bedingungen der Schleunigkeit der Bilder bei der Augenblicksphotographie (Chronophotographie).“ (Vergl. Comptes rendus, 10. April 1882.) Für die Aufnahme mehrerer Augenblicksbilder in kürzester Frist ist es nothwendig, dass der abzubildende Körper hell beschienen, der Hintergrund dagegen schwarz sei. Letztere Bedingung ist ausserordentlich schwer zu erfüllen. Man kommt ihr am nächsten, wenn man den Hintergrund aus einem tiefen, innen schwarz bekleideten Schuppen bestehen lässt. Unter Beobachtung aller Vorsichtsmaassregeln gelang es Marey, die Aufnahmezeit auf den zweitausendsten Theil einer Sekunde herabzudrücken. Nunmehr sind die Bilder ausserordentlich klar und sauber. Sie zeigen die Drehung der einzelnen Federn um ihre Längsaxe, die Hebung und Senkung des Rumpfes beim Niederschlagen und Heben der Flügel etc. Genaueres wird Gegenstand einer besonderen Mittheilung seitens des Herrn Marey sein. —

Herr Trépardoux trägt vor über einen von ihm selbst in Gemeinschaft mit den Herren de Dion und Bouton gebauten leichten Dampfmotor, dessen durch eine Zeichnung erläuterte Beschreibung wir hier übergehen. Sie ist bei verminderter Verbrennung für Velozipede und Wagen brauchbar. Herr du Hauvel selbst ist mit de Dion auf einem von solcher Maschine getriebenen Dreirade gefahren. Auf ebenem Wege sind sie mehr als 40 km in der Stunde gefahren. Der Motor scheint 25 kg pro Pferdekraft zu wiegen. Die Erfinder sind bereit, einen solchen neuen Motor einem Mitgliede der Gesellschaft, welches die Absicht hat, sich mit Herstellung eines Flugapparates zu beschäftigen, umsonst zur Verfügung zu stellen.

Unter der Rubrik „Verschiedenes“ bringt das Heft folgende Mittheilungen:

Die „Warschauer Zeitung“ giebt folgende Einzelheiten über eine unglückliche Fahrt des Luftschiffers Milosch, welche den Zweck hatte, neue Apparate für die Lenkung des Ballons zu studiren. Der Ballon stieg Vormittag elf Uhr von Warschau auf, nahm die Richtung nach Westen und, nachdem er sich bis zu einer Höhe von 3000 m erhoben hatte, begann er zu fallen. Milosch wollte seine Fahrt nicht so schnell beenden, warf mehrere Sack Ballast aus und befand sich bald in einer Höhe von 6200 m. Alsbald stellten sich schreckliche Leiden ein. Das Athmen wurde schwierig, das Sehvermögen getrübt und Kälte ergriff die Glieder. Diese Qual dauerte glücklicherweise nur einige Minuten, denn der Ballon begann von Neuem zu fallen, immer in derselben Richtung. Er erreichte bald einen grossen Wald und die Gondel schlug gegen die Gipfel der Bäume. Der Wind warf den Ballon bald auf die eine, bald auf die andere Seite. Die Gondel und mehrere Seile zerrissen bei den Stössen und Milosch brach den linken Arm. Vom Winde gejagt, fegte der Ballon über eine mit Baumstümpfen besetzte Wiese. Milosch hätte leicht zu Boden springen können, aber er wollte den Ballon nicht fahren lassen. Als seine Kräfte zu Ende gingen, wurde er durch einen heftigen Stoss aus der Gondel geschleudert und verlor das Bewusstsein. Dies war in der Nähe des Dorfes Trschzinets (?), von wo man ihn zu Wagen nach dem 20 Werst entfernten Siedlce brachte. Den 1500 Rubel werthen Ballon hat man nicht aufgefunden. Die Auffahrt hat weniger als zwei Stunden gedauert und — setzen wir (Referent) hinzu — war ein Muster einer sogenannten wilden Fahrt, d. h. einer solchen, bei der die von Renard entwickelten Fahrtregeln nicht zur Anwendung gelangt sind.

Die sich mehrende Zahl von Unglücksfällen bei Luftfahrten veranlasst in Frankreich den Wunsch, es möchte die gesammte Luftschifffahrt dem Kriegsministerium unterstellt werden. Es sollten die Luftschiffer eine ähnlich verantwortungsvolle Stellung wie Schiffskapitäne erhalten, sodass bei jedem Unglücksfall eine amtliche Untersuchung stattzufinden hätte. Das Fahrpatent würde auf Grund des Ausfalls einer Prüfung durch die militärische Luftschifffahrtskommission ausgestellt. Ausserdem dürfte Niemand dies Patent erhalten, ohne sich als Franzose auszuweisen. „Auf diese Weise würde man sehr vielen Spionirereien in Frankreich ein Ende machen.“ Jeder Luftschiffer würde vom Kriegsminister abhängen und gegebenen Falls sofort, d. h. binnen vierundzwanzig Stunden, einberufen werden können.*) —

General F. Brine trifft Vorbereitungen zur Ueberfahrt im Ballon über den Kanal von der vorher vom Oberst Burnaby gewählten Stelle. Er hat gewettet, die Viktoria, ein ganz neues zwischen Dover und Calais fahrendes Packetboot, zu schlagen.

Gl.

*) Vergleiche die „kleineren Mittheilungen“ in diesem Hefte. D. Red.

Kleinere Mittheilungen.

— **Bittgesuch der französischen Berufsluftschiffer.** Diejenigen der französischen Luftschiffer, welche eine gewisse Standesehre im Gegensatz zu den Akrobatenluftschiffern für sich in Anspruch nehmen, wollen dem Kriegsminister ein Bittgesuch einreichen, dahin gehend, dass die Erlaubniss, einen Ballon selbstständig fahren zu dürfen, von dem Bestehen eines wissenschaftlichen und praktischen Examens vor der Kommission der Mititär-Aëronautik abhängig gemacht werde. Sie bedauern die vielen Unglücksfälle, welche sich in letzter Zeit in Frankreich zugetragen haben, und behaupten, dieselben ständen im Zusammenhange mit der Ignoranz und Sorglosigkeit der Ballonfahrenden, sowie mit dem schlechten Zustande ihres Materials. Wenn ferner ein Unglückfall sich ereignete, solle die Angelegenheit genau daraufhin untersucht werden, ob dem Luftschiffer eine Schuld beizumessen sei. In lestzterem Falle solle ein Ausschluss aus dieser Berufsklasse verhängt werden können. Sonderbarer Weise zeigt sich auch hier wieder die bei den Franzosen seit einiger Zeit epidemische Furcht, ausspionirt zu werden. Es sollen aus diesem Grunde nämlich nur Nationalfranzosen in Frankreich auffahren dürfen. Man muss dabei auf die naheliegende Frage kommen, was geschehen würde, wenn einmal ein deutscher Ballon nach Frankreich verschlagen würde? Deutscher Luftschiffer und Spion scheint jenseits der Vogesen gleichbedeutend zu sein. Das Gesuch der Berufsluftschiffer wird von Seiten des französischen Kriegsministeriums sicherlich in verständiger Weise abgeändert werden, bevor man zu seiner Annahme schreitet, die an und für sich wohl als ein Fortschritt in der Entwicklung der Aëronautik zu begrüssen wäre. Deberty.

— **Lederpapiere** haben für den Luftschiffer ihre Bedeutung insofern, als sich aus ihnen am billigsten die kleinen Pilotenballons herstellen lassen, welche ihm zur Feststellung der höheren Luftbewegungen dienen. In verschiedenen technischen Schriften werden neuerdings zweierlei Arten ganz besonders empfohlen. Die eine trägt den Namen Willesden-Papier. Dieses soll fester und zäher sein, als das bekannte Pergamentpapier, und wird durch Eintauchen eines Papieres in eine Kupferoxydulammoniaklösung und nachheriges Auswaschen in Wasser hergestellt. Eine zweite Art, aus der sogar brauchbare Stiefel gefertigt werden sollen, wird durch Zusatz einer Chlorzinklösung zum Papierbrei erzeugt. Von der Masse dieses Zusatzes soll der grössere oder geringere Zähigkeitsgrad abhängen. M.

— **Russische Ballonfahrt.** Ganz besonders unglücklich ist die Lage der russischen Centralstation für Aëronautik in Petersburg. Fast vergeht kein Jahr, in dem nicht ein Ballon entweder in den finnischen Meerbusen oder in den Ladogasee fällt. Auch dieses Jahr ist durch Zeitungen ein derartiger Unglücksfall bekannt geworden. Am 18. Juli fuhr ein Ballon der technischen Gesellschaft mit dem Stabskapitän Kowako, Lieutenant Swjerenzew, zwei Mitgliedern der technischen Gesellschaft und dem Photographen Henke auf. Derselbe trieb in den finnischen Meerbusen und wurde noch glücklicherweise von dem englischen Dampfer „Whatka“, Kapitän Crolls, 19 Meilen von der Küste von Estland aufgefischt und mit seinen Insassen gerettet.

— **Yon's lenkbares Luftschiff.** Französischen Nachrichten zufolge soll der Luftschiffer Yon vom russischen General Boreskoff den Auftrag erhalten haben, ein lenkbares Luftschiff seiner Konstruktion für die russische Regierung zu bauen.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.



Redaction: **Dr. phil. Wilh. Angerstein** in Berlin S.W., Gneisenau-Strasse 28.

Verlag: **W. H. Kühl,** Buchhandlung und Antiquariat, Berlin W., Jäger-Strasse 73.

V. Jahrgang. **1886.** **Heft XII.**

Ueber die Gesetze des Luftwiderstandes, welche in der Praxis zu Grunde gelegt werden.

Von **Dr. Heinrich Samter** in Berlin.

I. Von dem Luftwiderstande im Allgemeinen.*)

Bewegt sich ein Körper in der Luft unter dem Einflusse beliebiger gegebener Kräfte, angetrieben durch gewisse ihm zugefügte Stösse, so werden seine Koordinaten und Geschwindigkeits-Komponenten für eine bestimmte Zeit nicht diejenigen Werthe haben, die ihnen bei Abwesenheit der Luft, aber unter sonst gleichen Umständen, zukommen würden. Ist der Körper gezwungen, einen bestimmten Weg zu beschreiben, so wird die Zeit, zu der er, sich in der Luft bewegend, einen gewissen Ort einnimmt, von derjenigen, die ihn bei Abwesenheit der Luft an diesem Orte finden würde, auch um einen gewissen Betrag verschieden sein. In der Praxis handelt es sich nun darum, aus den anderswo her bekannten Koordinaten und Geschwindigkeits-Komponenten, wie sie sich ohne Berücksichtigung der Existenz der Luft ergeben haben, diejenigen Korrektionen zu berechnen, die an jenen Grössen anzubringen sind, um den Ort und die Geschwindigkeit des in der Luft bewegten Körpers zu ergeben.

Die Berechnung dieser Korrektionen setzt aber Gesetze voraus, denen

*) Mehrfach benutzt wurden: Gronau in den Schriften der naturf. Gesellschaft zu Danzig (2) II.; Siacci, Ballistik und Praxis, Berlin 1882; Bashforth, a treatise on the motion of projectiles, London 1873.

sie gehorchen, sie setzt voraus, dass man ihre Abhängigkeit von der Beschaffenheit und Geschwindigkeit des bewegten Körpers und von der Beschaffenheit der Luft kennt, in der die Bewegung stattfindet. Will man den Betrag kennen lernen, den man zu dem Zeitraume hinzufügen muss, den ein auf vorgeschriebenem Wege durch eine bestimmte Strecke bewegter Körper im luftleeren Raume gebraucht, um daraus den entsprechenden Zeitraum zu finden, den er zum Durchlaufen der nämlichen Strecke auf vorgeschriebenem Wege bei Abwesenheit der Luft gebrauchen würde — und die Praxis verlangt auch die Lösung dieser Aufgabe —, so bedarf man der Kenntniss derselben Gesetze.

Die Wirkung, die die Luft durch ihre blosse Anwesenheit auf einen in ihr befindlichen — sei es ruhenden, sei es bewegten — Körper ausübt, besteht in einer Verminderung seines Gewichtes, deren Betrag man mit Hilfe des Archimedischen Prinzipes berechnen kann; und weil diese Wirkung sich auch auf ruhende Körper äussert, so kann man die Korrektionen, die ihr zufolge für die genannten die Bewegung des Körpers bestimmenden Grössen sich ergeben, als aërostatische bezeichnen. Alle anderen Korrektionen aber, die jene Grössen infolge der Bewegung des Körpers in der Luft zu erfahren haben, werden auf den sogenannten Widerstand der Luft zurückgeführt, wenn man annehmen darf, dass die Luft beim Beginn der Bewegung des Körpers sich in Ruhe befunden habe und erst durch diesen in Bewegung versetzt sei. Insofern der Luftwiderstand eine Folge jener Bewegung und der Eigenschaften der Luft ist, kann man jene Korrektionen unter dem Namen der aërodynamischen zusammenfassen.

Führt man, wie ich es gethan habe, jede Verzögerung, die die Anwesenheit der Luft in der Bewegung eines in ihr fortbewegten Körpers hervorbringt, auf den Luftwiderstand als Ursache zurück, so erkennt man leicht, dass dieser nicht in einfacher Weise wirkt, und man hat in der That statt der einen verzögernden Ursache, die ich Luftwiderstand genannt habe, drei verschiedene Ursachen angenommen, um die bei der Bewegung in der Luft zu Tage tretenden Erscheinungen zu erklären: einen Luftwiderstand im engeren Sinne, sodann eine äussere und schliesslich eine innere Reibung der Luft. Einmal nämlich verdrängt der in Bewegung befindliche Körper in jedem Momente immer neue Luftmassen und ertheilt ihnen eine gewisse Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Die Arbeit, die dieses Uebertragen der Geschwindigkeit des Körpers auf die Luft erfordert, verbraucht — so kann man sich ausdrücken — der Körper zur Ueberwindung des Widerstandes im engeren Sinne; dagegen bringt die äussere Reibung die Erscheinung hervor, dass die Luft durch die Adhäsion vom Körper mitgezogen wird, die innere Reibung ist das aus der Kohäsion der den Körper umgebenden Luft erwachsende Hinderniss der Bewegung. Der Widerstand im engeren Sinne entsteht aus dem stets senkrecht gegen die Oberfläche des in der Luft befindlichen Körpers wirkenden hydrodynamischen Drucke, die Reibung durch

Druckkräfte, die diese Eigenschaft nicht besitzen.*) In der Praxis ist es nun nicht möglich, eine von den drei die Bewegung des Körpers verzögernden Ursachen auszuschliessen und daher hat man auch bei der Berechnung der Korrektionen den Gesammteinfluss, den dieselben ausüben, in Betracht zu ziehen. Darum werden die in der Praxis zu Grunde liegenden Gesetze sich auf die Wirkung des Luftwiderstandes im weiteren Sinne beziehen.

Diese Gesetze werden den beiden Bedingungen zu genügen haben, dass sie eine möglichst bequeme Anwendung gestatten und dabei doch die Werthe der verlangten Korrektionen so streng richtig liefern müssen, wie die Praxis es eben fordert. Man hat es wohl auch als Wirkung des Luftwiderstandes bezeichnet, wenn bewegte Luft in ursprünglich ruhenden Körpern Bewegung hervorruft oder in schon bewegten unterhält; indessen sollen diese Erscheinungen als solche, die der Stoss der Luft bewirkt, von den hier zu betrachtenden losgetrennt werden und unberücksichtigt bleiben. Andererseits hat der Widerstand der Luft auch nichts mit dem Drucke zu thun, den sie ruhend auf ruhende Körper ausübt. Ein Beispiel soll die Beschaffenheit der in der Praxis geltenden Gesetze erläutern. Der Luftwiderstand wirkt im Verein mit andern die Bewegung verzögernden Kräften dahin, die Amplituden der Schwingungen einer Magnetnadel zu verkleinern. Handelt es sich nun darum, die Schwingungsdauer der Nadel zu berechnen, so bedarf es dazu der genauen Kenntniss der Amplituden, die jenen Schwingungszeiten entsprechen. Um nun diese Amplituden für Zeiten zu berechnen, für die sie nicht beobachtet sind, — denn beobachtet wird immer nur eine Reihe von Elongationen, die einer Reihe beobachteter Durchgangszeiten folgen und vorhergehen, — so nimmt man als das Gesetz, nach dem die Abnahme der Amplituden erfolgt, nach Gauss an, dass dieselben eine geometrische Progression bilden, oder dass — wie Gauss sich ausdrückt — das logarithmische Dekrement der Amplituden konstant sei. Dieses Gesetz setzt voraus, dass der Luftwiderstand ceteris paribus der Geschwindigkeit des bewegten Körpers proportional sei, eine Hypothese, von der schon Newton meinte, dass sie mehr mathematisch als natürlich sei. Zeigen zwar selbst die von Gauss in seiner Abhandlung „über die möglichst genaue Berechnung der Schwingungsdauer einer Magnetnadel" eine Variirung des logarithmischen Dekrementes der Amplituden mit der Geschwindigkeit der Bewegung, und haben auch Neuere**) dem Widerstandsgesetz für kleine Geschwindigkeiten die Form

$$W = av + bv^3$$

geben zu müssen geglaubt, so wird man doch zur Reduktion magnetischer Beobachtungen von der Gauss'schen Methode Gebrauch machen, weil sie einerseits vorzüglich bequem ist, und andererseits eine so geringe Abweichung

*) Meyer, Ueber die innere Reibung der Gase. Poggendorff's Annalen, 125.

**) Braun und Kurz, über den Luftwiderstand bei kleinen Geschwindigkeiten (Sitzungsberichte der Kgl. bayerischen Akad. der Wissensch. 1881).

der Resultate von der Thatsache ergiebt, wie sie für den Zweck der Bestimmung vollständig ausser Acht bleiben kann.

Die heute noch in der Praxis angewendeten Gesetze sind als Modifikationen der schon von Newton theoretisch gefundenen anzusehen. Nach diesen*) ist der Luftwiderstand:

1. proportional der Dichtigkeit der Luft, in der die Bewegung stattfindet,
2. umgekehrt proportional der Dichtigkeit des bewegten Körpers,
3. proportional dem Flächeninhalte einer senkrecht gegen die Luft bewegten Ebene,
4. proportional dem Quadrate des Kosinus desjenigen Winkels, welchen die Normale einer schräg gegen die Luft bewegten Ebene mit der Richtung der Bewegung bildet,
5. proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit des bewegten Körpers.

Aus dem vierten dieser Gesetze, bei deren Ableitung Newton übrigens von der Wirkung der Reibung vollkommen abgesehen hatte, folgt auch ein Gesetz für die Wirkung des Luftwiderstandes auf einen in ihr bewegten Körper, der von einer krummen Oberfläche begrenzt wird. Denkt man sich eine solche in unendlich viele, unendlich kleine ebene Flächen zerlegt, und bezeichnet mit i den Winkel, den die Normale eines solchen Flächenstückchens mit der Bewegungsrichtung bildet, mit df die Grösse dieses Theilchens, so findet man, dass der Widerstand proportional dem Integrale

$$\int df \cos^2 i$$

ist, wenn dasselbe über die ganze Vorderfläche des Körpers ausgedehnt wird. Dagegen folgt nach Newton, dass der bei der Bewegung nach hinten liegende Theil des Körpers, seiner Gestalt und Grösse nach, für den Betrag des Widerstandes völlig gleichgültig sei. Hiernach müsste z. B. ein cylinderförmiges Geschoss, das vorn in eine Halbkugel ausläuft, deren Durchmesser dem des Cylinders gleich ist, denselben Widerstand erfahren, wie ein kugelförmiges Geschoss von demselben Durchmesser. Die Erfahrung hat aber das Gegentheil gelehrt. Die von der Vorderfläche verdrängte Flüssigkeit fliesst nämlich nach den Seiten des Körpers ab und übt auf die Hinterfläche eine dem Widerstande entgegenwirkende Kraft aus, die von der Gestalt und Grösse jener Fläche abhängt; ferner wirkt an den Oberflächentheilen, die der Bewegungsrichtung parallel sind, die Reibung sehr stark. In der Ballistik macht man von dem angegebenen Gesetze insofern Gebrauch, als man den Geschossen eine solche Form giebt, die einen geringen Widerstand erfährt**), und eine von der Erfahrung bestätigte Konsequenz jenes Gesetzes, dass nämlich die Widerstände, die einander ähnliche Geschosse erleiden, den

*) Gronau, in den Schriften der naturforschend. Gesellschaft zu Danzig (2) II. (1—28).

**) Es giebt keine Form von Körpern, für welche der Widerstand ein Minimum wäre, obgleich Newton und Euler nach den bis dahin bekannten Regeln der Variationsrechnung eine solche Gestalt gefunden und beschrieben haben.

Quadraten ihrer Durchmesser proportional sind, bei den Rechnungen zu Grunde legt.

Von den anderen Newton'schen Gesetzen ist nur das erste, dass der Widerstand der Dichtigkeit der Luft proportional ist, von den modernen Theorien nicht berührt und durch die Versuche von Faraday und Anderen als richtig bewiesen worden. Nur eine Erscheinung, auf die zuerst Gauss aufmerksam machte, lässt sich aus diesem Gesetze nicht erklären, nämlich das Variiren des logarithmischen Dekrementes einer Magnetnadel mit der Bedeckung des Himmels. Eine Gesetzmässigkeit in dieser Erscheinung, die sehr wohl die Resultate der magnetischen Beobachtungen zu modifiziren im Stande ist, ist aber bis jetzt nicht erkannt worden*) und man muss sich also darauf beschränken, die Abhängigkeit der Luftdichte von der Temperatur, dem Barometerstande und der Feuchtigkeit zu berücksichtigen, wo die Praxis es erfordert.

Was das zweite Newton'sche Gesetz anbelangt, so leuchtet ein, dass der Verlust, den der Körper an Geschwindigkeit erfährt, und der demselben entsprechende Gewinn, welchen die im Wege liegende Luft an Geschwindigkeit erhält, nicht blos von der Dichtigkeit des Körpers, sondern auch davon abhängen wird, ob er elastisch oder unelastisch ist. Es fehlt indessen bisher an Versuchen, welche die Abhängigkeit des Betrages der widerstehenden Kraft von dem Elastizitätskoeffizienten des in der Luft bewegten Körpers erkennen liessen; es bleibt also für die praktischen Anwendungen auch hier nur übrig, den Widerstand umgekehrt proportional der Dichtigkeit des Körpers zu setzen.

Das fünfte Gesetz von Newton, das den Widerstand dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional setzt, ist am meisten Modifikationen unterworfen worden. Newton selbst sah sich gezwungen, durch seine Pendel- und Fallversuche sein Gesetz als widerlegt anzusehen, obgleich er es aus seiner Theorie sicher fundirt zu haben glaubte. Man beweist dieses Gesetz nämlich folgendermaassen:

Sieht man die Bewegung des Körpers während eines Zeittheilchens dt als geradlinig an, so wird die Flüssigkeitssäule, die derselbe in der Zeit dt verdrängt, die Höhe $v\,dt$ haben, wenn v die Geschwindigkeit des Körpers bedeutet; er ertheilt dieser Flüssigkeitssäule durch die Bewegung die ihm eigene Geschwindigkeit v, also wird die Arbeit, die der Körper im Zeittheilchen dt verrichtet, unter sonst gleichen Umständen mit v^2dt proportional sein; um diese Arbeitsgrösse wird aber die Wirkungsfähigkeit des Körpers vermindert und der Verlust des Körpers an lebendiger Kraft bildet das Maass des ihm entgegenwirkenden Luftwiderstandes, indem ein Widerstand von der Grösse W die lebendige Kraft des Körpers in der Zeit dt um $W\,dt$ vermindert, also ist

$$W\,dt = c\,v^2\,dt,$$

*) Bödeker, Bestimmung des Luftwiderstandes bei kleinen Geschw. Göttingen 1881, pag. 32 ff.

wo c einen von der Geschwindigkeit des Körpers unabhängigen Koeffizienten bedeutet, und in der That

$$W = cv^2,$$

wie Newton annahm.

Aber bei diesem Beweise ist vorausgesetzt, dass die Bewegung in einer inkompressibeln Flüssigkeit stattfinde und dass man von den Wirkungen der Reibung abzusehen berechtigt sei. In Wahrheit ist weder das Eine noch das Andere der Fall und so kommt es, dass die Erfahrung dieses Newton'sche Gesetz nicht für alle in der Praxis vorkommenden Geschwindigkeiten als richtig erwiesen hat. Die neuesten Versuche mit dem sehr präzise arbeitenden Schellbach'schen Apparate*) haben dieses Gesetz zwar bestätigt, sie beziehen sich aber nur auf sogenannte mittlere Geschwindigkeiten, wie sie etwa ein frei fallender Körper in den ersten fünf Sekunden seines Falles erreicht. Wie sich aber dieses Gesetz für kleine und grosse Geschwindigkeiten modifizirt, das soll nun bei den einzelnen Anwendungen gezeigt werden, die man in der Praxis von der Lehre vom Luftwiderstande zu machen hat.

II. Die Anwendungen der Lehre vom Luftwiderstande.

1. Die Anwendung auf die Reduktion der Beobachtungen schwingender Magnetstäbe.

Wie bereits erwähnt, reduzirt man die Beobachtungen schwingender Magnetstäbe, indem man voraussetzt, dass, wenn die Umstände, unter denen die Beobachtungen angestellt wurden, sich nicht änderten, das logarithmische Dekrement der Amplituden konstant war. Diese Konstanz kann nur darin ihren Grund haben, dass der Luftwiderstand, der fast allein zur Verzögerung der Bewegung beiträgt, der Geschwindigkeit des bewegten Körpers direkt proportional sei. Für so geringe Geschwindigkeiten, wie die eines schwingenden Magnetstabes, ist dieses Gesetz in der That durch fast alle Untersuchungen bestätigt worden; es steht mit den neuesten Beobachtungen über diesen Gegenstand von Bödeker nicht im Widerspruch; und wenn Braun und Kurz**) eine Uebereinstimmung ihrer Beobachtungen mit dem Gesetze in einem speziellen Falle — bei Anwendung einer grossen bifilaren Drehwage und kreisförmiger Kartons als bewegter Körper — nicht erzielt haben, so scheint das nicht genügend, um dieses für die Rechnung so vorzüglich bequeme Gesetz zu Falle zu bringen. Man hat aber diesem Gesetze auch eine theoretische Grundlage gegeben, und der Beweis, durch den man es begründet hat, soll hier seine Stelle finden.***)

Nach dem Newton'schen Gesetze ist der dem Luftwiderstande im engeren Sinne entsprechende Theil der hemmenden Kraft in einer inkompressibeln Flüssigkeit dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional.

*) Schellbach, Ueber einen Apparat zur Ermittelung der Gesetze des Luftwiderstandes. Poggendorff's Annalen 143, 1, 10.

**) Bödeker a. a. O. pag. 18—19.

***) Bödeker a. a. O. pag. 9.

Dass die Luft kompressibel ist, kann an dem Gesetze, wenn es jetzt auf langsam bewegte Körper angewendet wird, nicht viel ändern, weil die durch solche hervorgebrachte Kompression an der Vorderseite sich mit der im Verhältniss zur Geschwindigkeit des Körpers sehr grossen Geschwindigkeit des Schalles fortpflanzt und sofort wieder eine Gleichmässigkeit in der Vertheilung des Druckes entsteht. Es wird also jedenfalls auch in dem Ausdrucke des Luftdruckes als Funktion der Geschwindigkeit ein dem Quadrate derselben proportionales Glied vorkommen, das indessen von geringem Betrage sein wird gegen ein anderes, das der Geschwindigkeit proportional ist und das der inneren Reibung seinen Ursprung verdankt.

Das Maass für diese ist nämlich die Arbeit, die der sich bewegende Körper bei der Ueberwindung der Kohäsion der in seinem Wege vor und hinter ihm liegenden Gasschichten leistet. Aber auch die Kohäsion der vor dem Körper liegenden Luft kann die Bewegung nur wenig modifiziren, weil eine solche Trennung der Moleküle, die den Abfluss der Luft nach den Seiten des Körpers ermöglichen sollte, kaum nöthig ist, da jenes Abfliessen der Langsamkeit der Bewegung halber nur in sehr geringem Grade stattfindet. So bleibt also als beträchtliches Hinderniss der Bewegung nur die Kohäsion des Gases auf der Hinterseite des Körpers zu überwinden; die demselben adhärirende Luftschicht ist zu trennen von der folgenden, diese wieder von der hinter ihr liegenden. Demnach wird die Arbeit, die der Körper zur Ueberwindung dieser inneren Reibung verrichtet, der Menge der Gasschichten proportional sein, die derselbe bei seiner Bewegung in einer bestimmten Zeit passirt; setzt man also die Zahl der Luftschichten dem Wege selbst und damit — bei bestimmter Zeit — der Geschwindigkeit proportional, so ist diese mit einer gewissen Funktion der Luftdichtigkeit multiplizirt, in der That ein Maass für den Betrag der inneren Reibung, und alle Untersuchungen weisen darauf hin, dass in dem Ausdrucke des Luftwiderstandes als Funktion der Geschwindigkeit das der inneren Reibung entsprechende, der Geschwindigkeit proportionale Glied für geringe Beträge derselben allein in Frage kommt. Würde man von den Resultaten magnetischer Beobachtungen eine ähnliche Genauigkeit erwarten, wie etwa aus den zur Ermittelung der Grösse g angestellten Pendelversuchen, so müsste man freilich auch die scheinbare Vermehrung des Trägheitsmomentes des Magnetstabes durch Uebertragung seiner Bewegung auf die Luft in Betracht ziehen, deren Begründung bis auf die Betrachtung der Pendelbewegung verschoben werden möge. Da aber das Maass der Genauigkeit bedeutend geringer ist, so begnügt man sich, die Schwingungen unter Voraussetzung der Konstanz des logarithmischen Dekrementes zu reduziren, sonst aber von der Anwesenheit der Luft abzusehen.

2. Die Anwendung auf die Ermittelung der Grösse der Schwerkraft.

Es giebt zwei Wege, die Grösse g zu finden: einmal kann man die

dem Falle eines Körpers durch einen bestimmten Raum entsprechende Zeit messen, andererseits kann man wegen des in der Gleichung

$$g = \pi^2 l_s$$

ausgedrückten Zusammenhanges zwischen jener Grösse und der Länge des einfachen Sekundenpendels l_s diese bestimmen und daraus g berechnen.

Indessen war bis vor Kurzem die genaue Bestimmung auf dem ersten Wege nicht möglich; es wurden daher die Fallversuche auch weniger zur Ermittelung der Grösse g verwendet, als vielmehr zur Auffindung des Gesetzes, nach welchem der Luftwiderstand mit der Geschwindigkeit des fallenden Körpers variirt. Nachdem nun aber durch die Vervollkommnung der zeitmessenden Instrumente den Beobachtungen jene Genauigkeit gegeben werden kann, die man auf dem zweiten Wege längst erreicht hat, sind, so viel der Verfasser weiss, noch keine Versuchsreihen zur Bestimmung der Grösse g angestellt und unter Zugrundelegung der Gesetze des Luftwiderstandes berechnet worden; dagegen sind sie längst in umfassendster Weise auf jene zweite Art der Bestimmung der Grösse g angewendet worden. Newton*) wollte aus der Abnahme der Amplituden eines schwingenden Pendels das Widerstandsgesetz ermitteln; er fand aber nur eine für die Anwendung höchst unbequeme Formel, die den Luftwiderstand einer Summe von drei Gliedern gleichsetzt, die resp. der ersten, $\frac{3}{2}$ten und der zweiten Potenz der Geschwindigkeit proportional sind. Man kann sich nicht wundern, dass Newton die Existenz der Luft in sehr unvollkommener Weise für die Theorie der Pendelbewegung berücksichtigte, aber merkwürdig erscheint es, dass bis Bessel alle Gelehrten mit Newton darüber einig sind, dass die Beschleunigung g', die der pendelnde Körper in der Luft erfährt, aus seiner Masse m und der des verdrängten Luftvolumens m' einfach nach dem Prinzipe des Archimedes durch die Formel

$$g' = \frac{m - m'}{m} g$$

zu finden sei. Erst Bessel bemerkte in einem Briefe an Schumacher, dass die bewegende Kraft $(m-m')g$ nicht blos auf die Masse m des pendelnden Körpers, sondern auf die ganze Masse des Körpers und der in Bewegung mitversetzten Luft zu vertheilen sei, so dass in der obigen Formel der Nenner grösser als m werde. Er hat von diesem Gedanken ausgehend und unter Benutzung mannigfacher Hypothesen in der That eine Theorie der Pendelbewegung gegeben, wie sie noch heute fast unverbessert gilt**). Ausgehend von der dem Satze von der lebendigen Kraft entsprechenden Differentialgleichung der Bewegung des Pendels im leeren Raume zeigt er, dass die Existenz der Luft in jedem der drei Glieder der Gleichung eine Veränderung hervorbringt. Setzt man mit Bessel voraus, dass der Bewegungszustand der Luft am Ende einer Pendelschwingung derselbe sei, wie am Anfange der-

*) Newton, Principia mathem. von Wolfers, Buch 2, Abschnitt 6, § 42.

**) Bessel, über die Länge des einfachen Sekundenpendels. 1828, No. 13.

selben und, wenn Vorder- und Hinterfläche des Pendels symmetrisch sind, auch schon nach einer halben Schwingung der Bewegungszustand der Luft wiederkehrt, so lässt sich beweisen, dass die Hinzufügung der lebendigen Kraft der bewegten Luft zu der des Pendels keinen andern Einfluss hat, als die Vermehrung des Trägheitsmomentes des Pendels um $k\frac{m'}{m}$, wo k einen, nach Bessel, von der Amplitude und Dauer der Schwingungen unabhängigen Koëffizienten bedeutet. Indessen ist nach Bessel gezeigt worden, dass k doch eine Funktion der Schwingungszeit ist, dass aber eine Hypothese, auf welche Bessel seine Behauptung stützte, dass nämlich die Ausdehnung der Bewegungen der Flüssigkeit den Schwingungswinkeln proportional sei, eine richtige ist. Für die Reduktion der Beobachtungen ist es wieder nöthig das Gesetz zu kennen, nach welchem die Abnahme der Amplituden der Pendelschwingungen erfolgt. Dieses ist aber nur eine Folge jenes Gesetzes, welches die Abhängigkeit des Luftwiderstandes von der Geschwindigkeit des bewegten Körpers darstellt. Nun sind auch die Geschwindigkeiten schwingender Pendel im Allgemeinen nicht so gross, dass man nicht den grössten Theil der widerstehenden Kraft auf Rechnung der inneren Reibung zu stellen berechtigt wäre und demnach die logarithmischen Dekremente der Amplituden als nahezu unveränderlich voraussetzen könnte. Bedeutet $\delta\varphi$ die Grösse, um welche eine Amplitude kleiner als die vorhergehende ist, so hat man also nahezu

$$-\delta\varphi = \varepsilon\varphi,$$

wo ε das logarithmische Dekrement bedeutet. Will man eine grössere Annäherung an die Beobachtung erreichen, so hat man zu setzen*)

$$-\delta\varphi = \varepsilon\varphi\,(1 + \beta\varphi).$$

In neuerer Zeit ist auch gelehrt worden, wie man auf theoretischem Wege die Grösse ε berechnen kann.**) Bedeutet T die Schwingungsdauer, a den Radius einer Pendelkugel, l die Entfernung ihres Schwerpunktes vom Aufhängepunkte, so ist, falls man die Schwere des Aufhängungsfadens und den Widerstand, den er erleidet, vernachlässigen darf,

$$T^2 = \pi^2 \frac{m + km'}{m - m'} \cdot \frac{l}{g}; \quad \varepsilon = \frac{1}{2}\,\frac{\pi k' m'}{m + \frac{1}{2}\left(k + \frac{1}{2}\right) m'};$$

$$k = \frac{1}{2} + \frac{g}{4\nu a}; \quad k' = \frac{g}{4\nu a}\left(1 + \frac{1}{\nu a} - \frac{1}{2}\,\frac{\varepsilon}{\pi}\right),$$

wo

$$\nu^2 = \frac{\pi}{2\gamma^2 T}$$

und γ eine der Luft eigenthümliche Konstante, die der inneren Reibung, bedeutet, von der Maxwell bewiesen hat, dass sie auch von der Dichtigkeit der Luft unabhängig ist. Das ist ein Resultat der neuerdings besonders durch Meyer ausgebildeten Theorie der inneren Reibung, die freilich in ihrer

*) Meyer, Pendelbeobachtungen. Poggendorf Ann. 142.

**) Meyer, Crelle's Journal. Bd. 73.

bisherigen Gestalt auch noch nicht genügt, die komplizirten Erscheinungen des Luftwiderstandes befriedigend zu erklären, auf deren Auseinandersetzung aber hier als zu weit führend leider verzichtet werden muss.

3. Die Anwendungen auf die Ballistik.

Keine Bewegungsart wird vom Luftwiderstande so komplizirt, als die der Geschosse.

Während die bisher betrachteten Bewegungen auf vorgeschriebenem Wege verliefen, welchen der Luftwiderstand nicht zu verändern vermochte, wirkt dieser nicht nur dahin, die Bahn eines Geschosses in der Ebene, die sein Schwerpunkt beim Nichtvorhandensein der Luft beschreiben würde, zu verlegen, sondern er bewirkt auch, dass der Schwerpunkt eines in Rotation befindlichen Geschosses aus dieser Ebene heraustritt. Indessen ist die vollständige mathematische Behandlung der letzterwähnten Abweichung der Geschosse, deren richtigen Grund zuerst G. Magnus angegeben hat, mit so grossen Schwierigkeiten verknüpft, dass eine genauere rechnungsmässige Feststellung derselben durch die Artilleristen noch nicht möglich ist. Gerade diese Abweichung hängt, ausser von der Rotations- und Translationsgeschwindigkeit des Geschosses, noch von dem Zustande und den der Luft eigenen Bewegungen in so hohem Maasse ab, dass auch die experimentelle Feststellung ihres Betrages als Funktion bekannter Grössen noch nicht gelungen ist. Sie ist übrigens unbedeutender, als die erstgenannte, und kann hier schon deshalb von der Betrachtung ausgeschlossen werden. Es wird also für das Folgende vorausgesetzt, dass der Schwerpunkt des Geschosses sich in einer Ebene bewegte und es werden die Grundlagen derjenigen Rechnungen gesucht, mit deren Hülfe man die Abweichungen der Bahn des Körpers von der Parabel bestimmen kann, die er bei Abwesenheit der Luft beschreiben würde.

Der Luftwiderstand ist nach Newton der Dichtigkeit der Luft proportional. Nun ändert sich aber diese nicht nur mit der Temperatur und dem Barometerstande, sondern sie wird auch grösser, indem der Körper die vor ihm liegenden Luftschichten komprimirt. Die Stärke dieser Kompression ist eine Funktion der Geschwindigkeit des Körpers und ist ihr eigentlich proportional. Hiernach wäre das Newton'sche Widerstandsgesetz, das den Widerstand dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional setzt, zu modifiziren, und in der That haben Versuche von Hélie und Siacci für eine Anzahl von Geschwindigkeiten den Widerstand dem Kubus der Geschwindigkeit proportional ergeben. Es ist aber zu berücksichtigen, dass diesem höheren Drucke nur die Vorderfläche des Körpers ausgesetzt ist, während auf die Hinterfläche nicht einmal der Druck der Atmosphäre ganz zur Wirksamkeit kommt, weil bei der grossen Geschwindigkeit des Körpers die vorn verdrängte Luft nicht so schnell nach den Seiten des Körpers abfliessen und auf die Hinterfläche wirken kann. Man könnte also annehmen, dass der Körper zu einem Theile dem kubischen, zum andern dem quadrati-

schen Widerstandsgesetze unterworfen sei, und der hemmenden Kraft die Form

$$R = A v^2 + B v^3$$

geben. Dies ist in der That die Gestalt des Gesetzes, auf welche die mit sphärischen Geschossen angestellten Versuche hindeuten.

Solche Versuche wurden zuerst im Jahre 1742 von dem Engländer Robins angestellt, nachdem er in dem ballistischen Pendel einen zur Messung der Geschwindigkeiten von Kanonenkugeln geeigneten Apparat erfunden hatte. Aber mit Hülfe dieses Apparates liess sich für jeden Schuss die Geschwindigkeit immer nur an einer einzigen Stelle der Bahn des Geschosses bestimmen, und man musste, um den Geschwindigkeitsverlust, der bestimmten Bahnstrecken entspricht, und damit das Gesetz des Widerstandes zu ermitteln, eine Reihe von Schüssen unter möglichst gleichen Bedingungen abfeuern, während man die Entfernung des Pendels von der Kanone änderte. Nun variiren aber die Anfangsgeschwindigkeiten von Geschossen, die in Grösse und Gestalt möglichst genau übereinstimmen, selbst dann beträchtlich, wenn die Kanone auch jedesmal genau ebenso stark und in derselben Weise geladen wird, also ist die Gleichmässigkeit der Umstände, die bei der Anwendung dieses Apparates erwünscht ist, niemals erreichbar, und die mit Hülfe desselben erzielten Resultate weichen daher von einander um grössere Beträge ab, als zur Ermittelung eines der Praxis dienenden Gesetzes zulässig erscheinen. Dieser Apparat diente auch bei den Versuchen, durch die Hutton in den Jahren 1783—1791 das Widerstandsgesetz für sphärische Geschosse zu begründen suchte, und er wurde auch bei den von Piobert, Morin und Didion in den Jahren 1839—40 vor Metz zu demselben Zwecke angestellten Experimenten angewendet. Die sphärischen Geschosse haben vor den verlängerten einige Eigenthümlichkeiten voraus, die für sie das Widerstandsgesetz in einer einfacheren Form erscheinen lassen: einmal werden sie aus glatten Röhren abgefeuert, erhalten also keine beträchtliche Rotationsgeschwindigkeit, die die Bewegung stören könnte, andererseits bieten sie in jedem Punkte der Bahn dem Widerstande eine gleiche Fläche dar, während die verlängerten Geschosse, deren Rotationsachse mit der Bahntangente in jedem folgenden Punkte einen grösseren Winkel bildet, dem in Richtung dieser wirkenden Widerstande immer eine andere Fläche darbieten. Man konnte daher von dem Widerstande auf sphärische Geschosse einfach voraussetzen, dass er dem Quadrate des Durchmessers derselben proportional sei, während dieses Gesetz für Langgeschosse noch zu begründen war. In der That hat sich eine genügende Uebereinstimmung desselben mit den erwähnten englischen und französischen Schiessversuchen herausgestellt, denn reduzirt man jene Versuche auf einen bestimmten einheitlichen Durchmesser, so findet sich aus den Didion'schen Versuchen der Widerstand

$$R_D = 0{,}02694\, v^2\, (1 + 0{,}0023\, v)$$

und genau dasselbe Resultat gaben Versuche von Robins mit kleinen Kugeln bei verhältnissmässig geringen Geschwindigkeiten. Hutton's Versuche ergaben

im Mittel den Widerstand

$$R_H = 0{,}02693\, v^2\, (1 + 0{,}002587\, v)$$

für Einpfünder; dagegen zeigen diejenigen Versuche, die er mit Drei- und Sechspfündern, sowie die, welche Robins mit kleinen sich verhältnissmässig schnell bewegenden Kugeln anstellte, eine nicht genügende Uebereinstimmung mit diesen Gesetzen oder wenigstens mit den in ihnen enthaltenen Zahlen. Erst neuerdings nach der Erfindung der beiden für solche Versuche sehr tauglichen Chronographen von Le Boulengé und Bashforth sind analoge Versuche auch mit verlängerten Geschossen angestellt worden. Zwar erlaubt der erstere auch nur die Geschwindigkeit des Geschosses an zwei Stellen seiner Bahn zu messen, aber er liefert immerhin bedeutend genauere Resultate, als das ballistische Pendel, selbst in der von Navez verbesserten Gestalt als elektroballistisches Pendel.

Daher haben die in Russland 1868—69 mit Langgeschossen unter Benutzung dieses Apparates veranstalteten Messungen verhältnissmässig befriedigende Resultate ergeben. Besser noch gelangen freilich die mit Bashforth's Chronographen in England in denselben Jahren angestellten Versuche, weil dieser Apparat die Geschwindigkeit des Geschosses in beliebig vielen Punkten seiner Bahn zu messen gestattet.

Durch diese Versuche ist es nun als erwiesen anzusehen, dass der Widerstand, den einander ähnliche Langgeschosse erfahren, ceteris paribus dem Quadrate ihrer Durchmesser direkt proportional sei, dass dagegen die Gestalt ihrer Vordertheile die Grösse des Widerstandes wesentlich beeinflusse. Von allen gebräuchlichen Langgeschossen erleiden diejenigen den geringsten Widerstand, deren Vordertheil spitzbogenförmig und mit einem Radius beschrieben ist, der das Doppelte des Geschossdurchmessers beträgt. Benutzt man nun die angegebenen Versuche, um aus ihnen ein Gesetz über das Variiren der hemmenden Kraft mit der Geschwindigkeit der Bewegung zu finden, so zeigt sich, dass es weder das Newton'sche noch dasjenige sein kann, welches den Widerstand

$$W = A\, v^2 + B\, v^3$$

setzt. In der That war das erste dieser Gesetze ohne Rücksicht auf die vor dem Körper entstehende Verdichtung, das kubische aber unter der Voraussetzung bewiesen, dass diese Verdichtung von Dauer und unbeweglich sei. In Wirklichkeit bewegt sich dieselbe aber mit der Geschwindigkeit des Schalles vorwärts, und ein Körper, der sich selbst mit derselben Geschwindigkeit bewegt, würde demnach für die Bildung einer neuen Verdichtung keine Arbeit mehr zu leisten haben, ein Körper, der eine höhere Geschwindigkeit besitzt, müsste die verdichtete Luftschicht durchschneiden und daher eine neue bilden, und man erkennt leicht, dass der Widerstand, den er erfährt, in bedeutend stärkerem Maasse wachsen müsste, als durch eines von den beiden eben erwähnten Gesetzen angedeutet wird. Umgekehrt wird ein Geschoss, dessen Geschwindigkeit kleiner als die des Schalles ist, durch die Fortpflanzung der

von ihm erzeugten Verdichtungen selbst in einer dünnen Luftschicht sich bewegen, und auch daraus lässt sich schliessen, dass für Geschwindigkeiten in der Nähe von 340 m ein schnelleres Wachsen des Widerstandes stattfinden wird. In der That nimmt Mayevski*) nach den erwähnten russischen und englischen Versuchen an, dass für Geschwindigkeiten von 280 — 360 m der Widerstand der sechsten Potenz der Geschwindigkeit proportional sei, und Siacci glaubt, dass dieses Gesetz wenigstens von 280 bis 343 m durch die Erfahrung bestätigt sei, während von 343 bis 420 m der Luftwiderstand der dritten Potenz der Geschwindigkeit proportional wirke. Es hat für die Praxis bedeutende Vortheile, wenn man den Widerstand einer Potenz der Geschwindigkeit proportional setzen kann, weil gerade für diesen Fall die vollständige Lösung des ballistischen Problems von Bernouilli gegeben worden ist**). Deshalb hat auch Bashforth dem Widerstandsgesetze für sämmtliche in der Praxis vorkommenden Schussgeschwindigkeiten die Form

$$W = Av^3$$

gegeben, hat aber in A einen variablen Koëffizienten erkannt, den er aus seinen Versuchen bestimmt und für sämmtliche praktische Schussgeschwindigkeiten tabulirt hat. Er löst die ballistischen Aufgaben mit Hülfe einer durch das Verfahren der mechanischen Quadratur gewonnenen Tabelle. Dieses Verfahren hat aber Siacci umgangen: er behandelt nämlich das ballistische Problem, dessen Differentialgleichungen sich sonst nur unter Voraussetzung eines Widerstandsgesetzes von der Form

$$R = Av^n$$

integriren lassen, unter Zugrundelegung der Hypothese, dass der Widerstand nur insofern von der Geschwindigkeit abhange, als er von der Grösse

$$\alpha v \cos \vartheta$$

abhängt, wo ϑ der Winkel ist, den die Bahntangente in dem Punkte, wo die Geschwindigkeit v ist, mit der Horizontalen bildet, α aber eine Konstante bedeutet, velche den mittleren Werth erhält, den $\sec \vartheta$ in dem jedesmaligen Bogen der Flugbahn hat — eine Hypothese, die in dem Falle, wo die Krümmung der Bahn gering ist, den wirklichen Sachverhalt nahe richtig darstellen wird.

Auch Siacci entwirft eine Tabelle, mit deren Hülfe die ballistischen Aufgaben sich ohne Schwierigkeit lösen lassen, meint aber zur Ausführung der bei Aufstellung seiner Tabelle nöthigen Integrationen solche Gesetze des Luftwiderstandes zu Grunde legen zu müssen, welche die Integrationen in geschlossener Form auszuführen gestatten. Da man nun ein Gesetz des Luftwiderstandes, das diese Forderung erfüllt und dabei sämmtliche Ergebnisse der russischen und englischen Versuche mit genügender Annäherung wiedergiebt, nicht angeben kann***), so nimmt Siacci für verschiedene Geschwindig-

*) Siacci, Ballistik und Praxis. Berlin 1182, pag. 31.

**) Bashforth, on the motion of projectiles. London 1873, VII.

***) Versucht man diese Ergebnisse, die bei Siacci a. a. O. pag. 30 angeführt sind, durch ein Gesetz von der Form $W = Av^n$ darzustellen, so ergiebt sich nach der Methode

keiten verschiedene Gesetze an, die sich zu den Integrationen eignen, obgleich eine solche Annahme der den Naturgesetzen eigenen Kontinuität widerspricht. Diese Gesetze sind:

$$1)\quad W = av^2 + bv^4$$

von der geringsten üblichen Geschwindigkeit bis zu einer solchen von 280 m. Durch dasselbe Gesetz glaubte schon der Graf S. Robert*) seine ballistischen Experimente mit sphärischen Geschossen darstellen zu müssen;

$$2)\quad W = cv^6 \text{ von 280 bis 340 m},$$

$$3)\quad W = dv^3 \text{ von 343 bis 420 m},$$

$$3)\quad W = ev^2 \text{ von 420 bis 510 m}.$$

Nun darf aber wohl bei der Aufstellung der den Beobachtungen möglichst gut entsprechenden Gesetze der Gesichtspunkt, dass die aus ihnen folgenden Integrationen möglichst einfach ausführbar seien, nicht in's Auge gefasst werden. Da vielmehr das Hülfsmittel der mechanischen Quadratur immer zum Ziele führt, so kann man dem Gesetze auch eine Form geben, die zur Integration in geschlossener Form sich nicht eignet. Trägt man nun die durch die Schiessversuche gelieferten Werthe von $\frac{W}{v^2}$, nachdem sie auf einheitliche Luftdichte und einheitlichen Durchmesser des Geschosses bezogen sind, als Ordinaten, die zugehörigen Geschwindigkeiten als Abscissen ein, wie Siacci es gethan hat**), so erkennt man das rasche Wachsen der Ordinaten in der Nähe von $v = 340$ m, das schon aus theoretischen Gesichtspunkten erklärt wurde; daneben sieht man, dass für $v = 220$ m und $v = 440$ m die in der Nähe liegenden Werthe von $\frac{W}{v^2}$ nahezu constant verlaufen. Diese drei Thatsachen lassen sich nun leicht erklären, wenn man, worauf auch schon Andere hingewiesen haben, annimmt, dass der Ausdruck des Luftwiderstandes als Funktion der Geschwindigkeit durch eine Potenz derselben dividirt um die Schallgeschwindigkeit periodisch sei. Nach der Methode der kleinsten Quadrate ergiebt sich, dass, wenn man den Resultaten der englischen und russischen Schiessversuche durch ein Gesetz von der Form

$$W = v^3\left[c_0 + c_1 \cos\left(\frac{v}{340}360\right)^0 + s_1 \sin\left(\frac{v}{340}360^0\right) + c_2 \cos\left(\frac{2v}{340}360\right)^0 + s_2 \sin\left(\frac{2v}{340}360^0\right) + \dots\right]$$

zu genügen sucht, man erhält:

$$W = \frac{\delta S v^3}{1208}\left\{8{,}7926 + 2{,}3614 \sin\left(\frac{v}{340}360 + 13{,}394\right)^0 + 0{,}7065 \sin\left(\frac{2v}{340}360 + 58{,}538\right)^0\right\}$$

wo S den Querschnitt des Geschosses, δ aber das Gewicht eines Kubikmeters Luft im Augenblicke des Versuches, 1,208 das Gewicht desselben Luft-

der kleinsten Quadrate — freilich sehr unsicher — als wahrscheinlichster Werth von n die Zahl 3,5; aber die Genauigkeit, mit der dieses Gesetz die Beobachtungen darstellt, ist sehr gering.

*) Memorie dell' Acad. della scienze di Torino serie II, tomo XVI, pag. 80f.

**) a. a. O. auf der angehängten Tafel.

volumens bei einem Barometerstande von 760 mm und einer Temperatur von 18° C., auf welche Daten die Resultate der Schiessversuche reduzirt worden.

Dieses Gesetz stellt die russischen und englischen Beobachtungen fast mit derselben Genauigkeit dar, wie die vier Gesetze von Mayevski und Siacci zusammen. Man kann es in derselben Weise, wie Siacci die seinigen, zum Entwurf einer Tabelle für die Lösung der Probleme des Schusses benutzen und diese giebt dann kontinuirlichere Resultate, als man durch die Siacci'sche Tabelle wegen der Diskontinuität seiner Gesetze erhalten kann.

Hiernach ist es nun fast gewiss, dass der Ausdruck des Luftwiderstandes als Funktion der Geschwindigkeit, durch deren Kubus dividirt, um die Schallgeschwindigkeit periodisch sei, denn dieser Umstand zeigt das rasche Wachsen des Widerstandes für Geschwindigkeiten, die der des Schalles nahe liegen, und andererseits die fast vollständige Konstanz des durch v^2 dividirten Widerstandes in der Nähe von 220 m und 440 m, wo die gefundene Funktion ein Minimum resp. ein Maximum aufweist. Dagegen ist es ebenso wahrscheinlich, dass im Verhältnisse zum Widerstande im eigentlichen Sinne die innere Reibung für so bedeutende Geschwindigkeiten keinen nennenswerthen Betrag erreicht.

Die an sich nicht wenig komplizirten Gesetze der Bewegung der Geschosse werden noch komplizirter für die ersten Augenblicke, nachdem dieselben das Geschützrohr verlassen haben oder etwa für die ersten 100 Meter ihrer Bahn. Die Gase, die dem Geschütze entströmen, bewegen sich nämlich mit derselben Geschwindigkeit, wie das Geschoss, und indem sie den ersten Theil der Bahn fast luftleer machen, heben sie den Widerstand fast völlig auf, später vereinigen sie sich mit der Luft und ihr Kampf mit dieser bringt neue Komplikationen in der Bewegung hervor. Da nun zuerst der Druck auf die Hinterfläche des Geschosses stärker ist, als der auf die Vorderfläche wirkende Luftwiderstand, so werden die angeführten Gesetze erst mit dem Augenblicke in Kraft treten, wo der Druck von allen Seiten ein gleicher geworden ist, und sie werden mit der Entfernung des Geschosses vom Rohre immer genauer den Sachverhalt darstellen.

Dass die Bewegung in den ersten Momenten, nachdem das Geschoss den Lauf verlassen hat, nach anderen Gesetzen erfolgt, erkennt man z. B. daran, dass, wenn man Schiessversuche durch eine empirische Formel zwischen der Schussweite x und der Flugzeit t von der Form

$$t = a + bx + cx^2 + dx^3$$

darzustellen sucht,*) der Koëffizient a sich als negativ herausstellt, eben weil der Druck auf die Hinterfläche erst stärker ist, als auf die Vorderfläche.

Das Suchen nach Gesetzen des Luftwiderstandes mit Hilfe von Schiessversuchen ist übrigens noch nicht abgeschlossen und es ist wahrscheinlich, dass für Langgeschosse sich auch ein Variiren des Widerstandes mit dem Winkel ergeben wird, den ihre Achse im Laufe der Bewegung mit der Bahn-

*) Le Boulengé, Studien aus der Ballistik. Bulletin de Bruxelles 23, 368.

tangente bildet. Fassen wir also nochmals zusammen, was wir über die Abhängigkeit des Luftwiderstandes von der Geschwindigkeit in ihr bewegter Körper gesagt haben, so hat zuvörderst das Ueberwiegen der inneren Reibung über den Luftwiderstand im engeren Sinne für kleine Geschwindigkeiten, wie die einer Magnetnadel oder eines nicht allzu langen Pendels mit geringer Schwingungsweite, zur Folge, dass der Widerstand der Geschwindigkeit selbst direkt proportional sei; für mittlere Geschwindigkeiten, wie sie etwa ein frei in der Luft fallender Körper in den ersten fünf Sekunden seiner Bewegung erreicht, erscheint ein Abgehen von dem Newton'schen Gesetze, das den Luftwiderstand dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional setzt, unnöthig. Für grössere Geschwindigkeiten, wie die der Artilleriegeschosse, ist die Kompression der Luft an der Vorderseite des bewegten Körpers zu berücksichtigen, die sich mit der Geschwindigkeit des Schalles fortpflanzt; es ist nach englischen und russischen Schiessversuchen nicht unwahrscheinlich, dass der Luftwiderstand einem Ausdrucke von der Form

$$W = v^3 \left[c_0 + c_1 \cos\left(\frac{v}{340} 360^\circ\right) + s_1 \sin\left(\frac{v}{340} 360^\circ\right) + c_2 \cos\left(\frac{2v}{340} 360^\circ\right) + s_2 \sin\frac{2v}{340} 360^\circ + \ldots \right]$$

gleich sei, wo die Grössen c und s von der Geschwindigkeit der Bewegung unabhängige Grössen sind. Für noch grössere Geschwindigkeiten, die etwa den Charakter von planetarischen haben, wie man sie an Sternschnuppen und Meteoren beobachtet, ist man bisher darauf angewiesen gewesen, eines der in ber ballistischen Praxis gebräuchlichen Gesetze anzuwenden, weil vorläufig die Unmöglichkeit, diese Himmelskörper genau zu beobachten, die Ermittelung eines für sie geltenden Gesetzes verhindert hat. Vielleicht sind aber, wenn jene Hilfsmittel einmal gefunden sein werden, die Sternschnuppen und Meteoren berufen, bei der Erforschung der Natur und der Gesetze des Luftwiderstandes eine Rolle zu spielen.

Anhang.

Es erübrigt noch, des Näheren den Weg zu bezeichnen, auf welchem der Verfasser zu dem Gesetze pag. 358 f. gelangt ist.

Da die direkten Versuchsergebnisse nicht vorlagen, so musste an die bei Siacci*) angeführten, bereits reduzirten Widerstände mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate der möglichst beste Anschluss erstrebt werden.**)

1. Zunächst wurde versucht, den genannten Ergebnissen durch ein Gesetz von der Form

$$a v^n$$

zu genügen; der wahrscheinlichste Werth von $n = 3{,}5$ wurde durch die Normalgleichungen sehr unsicher geliefert und die Vergleichung des Gesetzes

*) a. a. O. pag. 30.

**) Die folgenden durch den Anschluss erreichten Formeln sind überall mit v^2 multiplizirt gegeben, so dass sie die Widerstände selbst, nicht die reduzirten Grössen (Siacci. pag. 30) geben.

mit den Versuchsergebnissen ergab als Summe der Quadrate der übrigbleibenden Fehler

$$\Sigma f'^2 = 0{,}000902.$$

In den folgenden Gesetzen, die einer Betrachtung der bei Siacci*) angehängten Zeichnung entsprangen, ist immer die Hypothese gemacht worden, dass der Widerstand sich in gewisser Weise periodisch verhalte.

Die Periode wurde zunächst der Schallgeschwindigkeit gleich gesetzt. Da diese eine Funktion der Temperatur ist, die Beobachtungen aber auf eine Temperatur von 18° C reduzirt schienen, so musste der übliche Werth von 332 m jener um einen entsprechenden Betrag vermehrt werden, und zur Erleichterung der Rechnungen schien es am zweckmässigsten, den abgerundeten Werth von 340 m zu benutzen.

Den Fehlern, welche das soeben erwähnte Gesetz liess, wurde die Form

$$f = b\, v^2 \sin\left(\frac{v}{340}\, 360 + \alpha\right)$$

zu geben gesucht, aber die Darstellung der Beobachtungen wurde durch die neue Annahme nicht wesentlich verbessert.

2. Eine sehr ungenaue Darstellung liefert das Newton'sche Gesetz, wenn man in demselben den Koëffizienten von v^2 als um die Schallgeschwindigkeit periodische Funktion ansetzt, und zwar in der Form

$$v^2 \left(a + b \cos \frac{v}{340}\, 360^0 + c \sin \frac{v}{340}\, 360^0\right)$$

3. Der blosse Anblick der Siacci'schen Figur lehrt aber, dass ein Gesetz von der Form

$$v^2 \left(a + b \cos \frac{v}{340}\, 180^0 + c \sin \frac{v}{340}\, 180^0\right),$$

das also eine Periodizität erst um das Doppelte der Schallgeschwindigkeit voraussetzt, den Thatbestand ziemlich gut darstellen muss. Es ergab sich durch die Ausgleichung

$$a = 2786 : 10^{10}$$
$$b = 379 : 10^{10}$$
$$c = 1895 : 10^{10}$$

und die Summe der Quadrate der übrigbleibenden Fehler sank auf den Betrag

$$\Sigma f'^2 = 0{,}000471.$$

4. Da hier eine Variation der Periode ev. ein gutes Ergebniss herbeiführen konnte, so wurde dieselbe zu variiren gesucht. Da indessen der durch die Ausgleichung gelieferte Betrag der Variation sehr bedeutend war, so erschien es besser, für bestimmte angenommene Werthe der Periode die Rechnung durchzuführen. Die Hypothese

$$v^2 (a + b \cos 0{,}6\, v^0 + c \sin 0{,}6\, v^0)$$

ergab

$$\Sigma f'^2 = 0{,}000414,$$

*) a. a. O.

während die Annahme eines Gesetzes von der Form

$$v^2\left(a + b\cos\frac{2}{3}v^0 + c\sin\frac{2}{3}v^0\right)$$

die Summe der Fehlerquadrate auf den Betrag

$$0{,}000366$$

sinken liess.

5. Da ein weiteres Herabdrücken der Summe der Fehlerquadrate unter Annahme des Newton'schen Gesetzes mit periodisch veränderlichem Koëffizienten nicht möglich schien, so wurde nunmehr das kubische Widerstandsgesetz mit variablem, um die Schallgeschwindigkeit periodischem Koëffizienten zu Grunde gelegt.*)

Setzt man das Gesetz in der Form

$$v^3\left(a + b\cos\frac{v}{340}\,360^0 + c\sin\frac{v}{340}\,360^0\right)$$

an, so erhält man als Werthe der Koëffizienten

$$a = 8{,}910 : 10^{10}$$
$$b = 0{,}612 : 10^{10}$$
$$c = 2{,}223 : 10^{10}$$

und es wird $\Sigma f^2 = 0{,}000351.$

Da die Mayevski'schen Gesetze ohne die Verbesserung von Siacci für jene Quadratsumme den nur wenig geringern Betrag von 0,000335 liefern, so war hiermit eine Darstellung der Beobachtungen erreicht, wie sie sich nur irgend erwarten liess. Es wurde nun dahin gestrebt, die Darstellung der Versuchsergebnisse zunächst dadurch zu verbessern, dass der Werth des Exponenten von v variirt wurde; derselbe änderte sich indessen nur um 0,002383 — eine so geringe Abweichung, dass ein Abgehen von dem kubischen Widerstandsgesetz mit periodischem Koëffizienten nicht mehr nöthig erschien, da die Summe der restirenden Fehlerquadrate fast gar nicht geändert wird.

Um nun die Näherung weiter zu treiben, wurde jetzt dem Widerstandsgesetze die Gestalt

$$v^3\left(a + b_1\cos\frac{v}{340}\,360^0 + c_1\sin\frac{v}{340}\,360^0 + b_2\cos\frac{2v}{340}\,360 + c_2\sin\frac{2v}{340}\,360^0\right)$$

gegeben. Es ergaben sich folgende Werthe:

$$a = 8{,}7926 : 10^{10}$$
$$b_1 = 0{,}5435 : 10^{10}$$
$$c_1 = 2{,}2977 : 10^{10}$$
$$b_2 = 0{,}6027 : 10^{10}$$
$$c_2 = 0{,}3687 : 10^{10}$$
$$\Sigma f^2 = 0{,}000268.$$

Ein Weitergehen in der eingeschlagenen Richtung erschien nun nicht mehr nöthig.

Hiermit ist gezeigt, dass das Gesetz in der letztgenannten Form den

*) Auch Bashforth a. a. O. wendet das kubische Widerstandsgesetz mit variablem Koëffizienten an.

wahren Sachverhalt darstellt. Man könnte dagegen einwenden, dass eine Entwickelung nach sin und cos der Vielfachen eines Winkels für jede Funktion deren Argumente innerhalb gewisser Grenzen liegen; aber sicher muss der Umstand frappiren, dass hier die Entwickelung nur bis zu Zweifachen jenes Winkels getrieben zu werden braucht, um eine genügende Uebereinstimmung mit der Erfahrung zu liefern. Denn die von Mayevski aufgestellten Gesetze geben, in Verbindung mit Siacci's Korrektion, die um wenig geringere Quadratsumme

$$\Sigma f^2 = 0{,}000268.$$

Um die Genauigkeit des neuen Gesetzes durch fernere Versuche zu prüfen, wurde eine Tabelle analog der von Siacci entworfenen*), zunächst mit dem Intervall von 10 m konstruirt, und mit ihrer Hülfe wurden die Vergleichsrechnungen Siacci's wiederholt.**) Dies sind die Resultate der Rechnungen und Beobachtungen:

	I. Siacci	II. Neues Gesetz	III. Beob.	III.—I.	III.—II.
9 cm Granate	4° 23′	4° 27′	4° 22′	— 1′	— 5′
	12 22	12 27	12 12	— 10	— 15
15 cm Granate	5 17	5 24	5 15	— 2	— 9
	8 33	8 41	8 48	+ 15	+ 7
	11 45	11 57	12 36	+ 51	+ 39
15 cm Lang-granate	2 31	2 43	2 31	0	— 12
	5 40	5 50	5 50	+ 10	0
	8 45	8 59	8 50	+ 5	— 9
7 cm Granate	2 6	2 7	2 6	0	— 1
	5 15	5 18	5 8	— 7	— 10
	9 20	9 27	9 6	— 14	— 21
	13 29	13 45	13 24	— 5	— 21

Da die Summe der Fehlerquadrate der Siacci'schen Rechnungen 3326 beträgt, während die neuen Rechnungen nur 3109 ergeben, so giebt das neue Gesetz sogar eine bessere Uebereinstimmung mit den letzten Versuchen, als die Mayevski-Siacci'schen Gesetze.

Anleitung zum wissenschaftlichen Ballonfahren auf Grund der Renard'schen Prinzipien.

Vortrag, gehalten im Deutschen Verein zur Förderung der Luftschifffahrt
von **Hermann Moedebeck.**

(Schluss.)

Es wird also in solchem Falle eine Gleichgewichtsstörung zu Gunsten des Auftriebs eintreten, worauf unter normalen Verhältnissen, wenn kein

*) a. a. O. pag. 7 f.

**) a. a. O. pag. 15.

Sonnenschein herrscht und das Gas die Temperatur der umgebenden Luft annimmt, nicht zu rechnen ist. Tritt aber eine Vermehrung des Ballongewichts durch Feuchtigkeit ein, so kann das Herabkommen mit ernsten Gefahren verbunden sein, sofern nicht genug Ballast mehr vorhanden ist.

Es möchte hierbei betont werden, dass bei allen Betrachtungen zunächst der Leuchtgasballon als meist gebräuchlicher zu Grunde gelegt ist. Auf das abweichende Verhalten des Wasserstoffes, gegenüber Temperatureinflüssen, sowie überhaupt auf die Art, wie letztere sich auch auf die verschiedenen Ballonhüllen-Stoffe äussern, kann hier nicht näher eingegangen werden, weil dadurch Details der Ballontechnik berührt würden, welche ausserhalb des Rahmens dieses Vortrages liegen.

An den Luftschiffer tritt schliesslich die Frage heran, wie er die Maximalhöhe seiner Fahrlinie auf praktische Weise bequem ermitteln kann. Als Hilfsmittel hierfür sei ihm zunächst beifolgende Tabelle III. an die Hand gegeben. Mit Hilfe dieser kann er sich durch einfache Multiplikationen, unter Zuhilfenahme einer graphischen Darstellung, in kurzer Zeit die Frage nach der Maximalhöhe beantworten.

Aus Kolumne 7 dieser Tabelle lässt sich die für die verschiedenen Höhen aufzunehmende Ballastmasse durch Multiplikation des Ballon-Volumens mit den daselbst angegebenen entsprechenden Werthen finden. Es wäre nun noch aus Formel 3 zu errechnen, wieviel Ballast zum Erreichen der verschiedenen Höhen nothwendigerweise auszuwerfen sein würde, was durch Kolumne 4 sehr erleichtert wird. Freilich muss man hierbei beachten, dass das Gesammtgewicht des Ballons incl. der Personen in Formel 3 nicht zum Abzug gelangt, hier aber lediglich mit dem zum Auswerfen disponiblen Ballast zu rechnen ist, welcher sich aus der Subtraktion des Gesammtgewichts vom Auftrieb ergiebt.

Man trägt alsdann die Barometerstände als Abcissen und die Gewichte in Kilogramm als Koordinaten in quadrirtes Papier ein, konstruirt sich die für alle Ballons giltige Kurve des aufzubewahrenden Ballastes nach Kolumne 7 der Tabelle III. und auf Grund einer Anzahl Rechnungen nach Formel 3 auch diejenige für den disponiblen Ballast des in Frage kommenden Ballons. Die letzteren Werthe müssen entsprechend den Werthen für den Reserveballast auf 1 Kubikmeter des Ballonvolumens reduzirt werden.

Der Schnittpunkt dieser beiden Kurven ergiebt annähernd die Maximalhöhe für ein ungefährdetes Herabkommen unter allgemein normalen Verhältnissen. In Wirklichkeit ist diese Höhe in Folge von Insolation und Luftfeuchtigkeit häufig einer Veränderung unterworfen.

Schliesslich darf nicht vergessen werden, auch noch einen bestimmten Vorrath Manövrirballast für das Landen aufzuheben. Dieser würde, zum Reserveballast hinzugerechnet, die Maximalhöhe noch um Etwas herabsetzen.

Das Ventil wird beim Landen erst dann gezogen, wenn man einen zum Ankern geeigneten Platz erreichen will. Wann dieses Ziehen eintreten muss,

Tabelle III.

Höhe in Millimeter Quecksilber	Höhe in Meter	Temperatur-Differenz $55\left(1-\frac{x}{760}\right)$	$\frac{x}{760}$	$1-\frac{55\left(1-\frac{x}{760}\right)}{273}$	$\log.\frac{x}{760}$	Aufzubewahrender Ballast pro 1 cbm des Ballon-Volumens	Höhe in Millimeter Quecksilber
760	0,000	0,000	1,00000	1,000000	0,00000	0,000	760
750	105,9	0,724	0,98685	0,997346	0,99425 −1	0,003	750
740	213,4	1,447	0,97369	0,994697	0,98842 −1	0,007	740
730	322,4	2,171	0,96053	0,992043	0,98251 −1	0,010	730
720	432,7	2,895	0,94738	0,98939	0,97652 −1	0,013	720
710	544,6	3,618	0,93423	0,98674	0,97045 −1	0,016	710
700	658,2	4,342	0,92107	0,98409	0,96429 −1	0,019	700
690	773,3	5,062	0,90791	0,98145	0,95804 −1	0,022	690
680	890,2	5,79	0,89475	0,97878	0,95170 −1	0,025	680
670	1008,8	6,512	0,88158	0,97613	0,94526 −1	0,028	670
660	1129,1	7,236	0,86843	0,97348	0,93873 −1	0,030	660
650	1251,4	7,96	0,85527	0,97083	0,93210 −1	0,032	650
640	1375,5	8,684	0,84212	0,96817	0,92537 −1	0,035	640
630	1501,5	9,405	0,82896	0,96553	0,91853 −1	0,037	630
620	1629,6	10,131	0,81580	0,96287	0,91158 −1	0,040	620
610	1759,8	10,85	0,80264	0,96024	0,90452 −1	0,042	610
600	1892	11,58	0,78948	0,95756	0,89734 −1	0,044	600
590	2026,5	12,3	0,77632	0,95492	0,89004 −1	0,046	590
580	2163,3	13,02	0,76317	0,95228	0,88262 −1	0,047	580
570	2302,6	13,72	0,75000	0,94972	0,87506 −1	0,049	570
560	2444,2	14,47	0,73686	0,94697	0,86738 −1	0,0504	560
550	2588,4	15,19	0,72369	0,94433	0,85955 −1	0,0521	550
540	2735,2	15,92	0,71053	0,9403	0,85158 −1	0,0548	540
530	2884,9	16,64	0,69739	0,93902	0,84347 −1	0,0550	530
520	3037,3	17,37	0,68422	0,93634	0,83519 −1	0,0564	520
510	3192,7	18,09	0,67106	0,9337	0,82676 −1	0,0575	510
500	3351,2	18,81	0,65792	0,93106	0,81816 −1	0,0585	500
490	3512,8	19,54	0,64475	0,92839	0,80939 −1	0,0597	490
480	3677,9	20,26	0,63159	0,92575	0,80043 −1	0,0606	480
470	3846,4	20,98	0,61843	0,92311	0,79129 −1	0,0615	470
460	4018,6	21,71	0,60528	0,92043	0,78195 −1	0,0623	460
450	4294,5	22,43	0,59211	0,91779	0,77240 −1	0,0629	450
440	4374,4	23,15	0,57895	0,91516	0,76264 −1	0,0635	440
430	4558,3	23,88	0,56580	0,91248	0,75266 −1	0,0640	430
420	4746,7	24,6	0,55264	0,90984	0,74244 −1	0,0645	420
410	4939,6	25,32	0,53948	0,90720	0,73197 −1	0,0647	410
400	5137,2	26,05	0,52645	0,90453	0,72135 −1	0,0650	400

lässt sich theoretisch nicht feststellen. Maassgebend hierfür sind die gegenseitigen Beziehungen zwischen Höhe und Fallgeschwindigkeit des Ballons und Windgeschwindigkeit am Erdboden. Auch die Dauer des Offenhaltens des Ballonventils wird durch besagte Faktoren bestimmt. Empfehlenswerth bleibt es, die Klappe erst in den tiefsten Regionen zu öffnen. Man behält dadurch den Ballon sehr in der Gewalt und kann, wenn es nothwendig wird, den Manövrirballast mit gesichertem Erfolge verwenden. Die Nothwendigkeit aber, den Ballon hundert Meter über dem Erdboden noch einmal in's Gleichgewicht zu bringen, ergiebt sich aus den häufig unberechenbaren lokalen Winden auf der Erdoberfläche.

Dies sind die Prinzipien für ein rationelles Ballonfahren, wie es von Renard in seinen Grundlagen festgelegt ist. Sie sind, wie ersichtlich, nicht vollkommen und bergen noch eine grosse Anzahl von Fragen in sich, welche uns erst im weiteren Verlaufe der Zeit durch fleissiges Beobachten und Rechnen beantwortet werden können. Man wird zugeben müssen, dass, so lange die Aëronautik den Gasballon als allein nutzbares Werkzeug besitzt, ein eingehendes Studium der Eigenschaften desselben mehr fördert, als jedes geistreiche unausführbare Projekt. Auffallender Weise ist der gewöhnliche Gasballon bisher von Physikern und Technikern missachtet worden, ganz besonders aber auch von denjenigen, welche ihr Interesse der Luftschifffahrt selbst zuwandten. Es sei daran erinnert, dass Renard zunächst diese Studien machte, bevor er an die Konstruktion seines lenkbaren Ballons schritt. Man hat in der öffentlichen Meinung die Ansicht gross gezogen: das Luftballonfahren bedeute nur das Betreiben eines interessanten Sports.

Es mag wohl sein, dass viele es nicht anders zu treiben verstehen. Ja, man muss das leider sogar von vielen Fachluftschiffern annehmen, sagt doch auch Cassé (Exprésident de l'école d'aéronautes français) ganz harmlos in seiner Broschüre Aérostation pratique: „pour un apprenti aéronaute, la meilleure manière de diriger un aérostat, c'est de le laisser aller à sa fantaisie, sauf à jeter du lest lorsqu'il se rapproche des toitures ou qu'il descend sur un cours d'eau ou tout autre obstacle."

Derartige Regeln können für Vergnügungsluftschiffer ausreichen. Mit solchen darf aber nie die Förderung des Ballonwesens in Zusammenhang gebracht werden. Letzteres ist kein lustiger Sport, es ist eine ernste Technik; sie liefert uns ein neues Verkehrsmittel, vorläufig nur in Kriegsverhältnissen brauchbar. Zu ihrer weiteren Entwicklung und rationellen Ausübung bedarf es eines durchdachten guten Materials und eines vorgebildeten und wohlinstruirten Personals.

Noch etwas über den Vogelflug.

Von **A. Böcklin.**

Wie ist es möglich, dass die Fluggeschwindigkeit des Vogels bei so geringer Neigung zur Horizontalen, wie am Schlusse meiner letzten Be-

trachtungen*) erwähnt ist, so sehr beschleunigt wird, dass sie noch zu einem grossen Bogen gegen den Wind ausreicht? Schon früher habe ich nachgewiesen, dass auch eine schwach geneigte schwebende Fläche ihren Lauf wie ein rollender Körper beschleunigt und mit der Zeit eine grosse Geschwindigkeit erreichen kann. Ein sehr einfaches Experiment bestätigt dies.

Man befestige rechtwinklig auf eine quadratische Fläche über der Diagonale ein Dreieck, ungefähr von der halben Grösse des Quadrates, und bestimme die Neigung mittelst eines tief unten an vier von den Ecken der Fläche auslaufenden Fäden angehängten Gewichtes so, dass die Diagonale, über welcher das Dreieck befestigt ist, in geneigter Lage sich befindet. An die obere Ecke der Fläche wird ein Faden gebunden und an dessen Ende eine Flaumfeder. Nun halte man die untere Seite der Fläche, an welcher das Dreieck ist, einem horizontalströmenden Winde entgegen und richte das verschiebbare Gewicht so, dass die Flugrichtung anfangs etwas steigt. Die Flaumfeder am Faden fliegt voran. Jetzt wird losgelassen. Schon nach zwei Sekunden ist die Flugrichtung horizontal und nach weiteren vier Sekunden fliegt die Fläche beinahe genau in der Richtung ihrer Neigung und zieht die Flaumfeder an gespanntem Faden hinten nach.

Mit dieser selben Vorrichtung lässt sich auch die zunehmende Geschwindigkeit auf grössere Entfernung beobachten, wenn in der Richtung der Fluglinie Stöcke in gleichen Abständen aufgepflanzt werden.

Um die richtige Neigung für diesen Flug zu finden, ist zu bedenken, dass die Anfangsgeschwindigkeit des Falles eine geringe ist und aus diesem Grunde, nämlich weil noch der horizontale Druck der Luft mehr wirkt, als der vertikale der Fläche, die Richtung des Fluges anfangs von derjenigen der Fläche nach oben divergiren muss. Bei ruhiger Luft wird das Gegentheil eintreten. Die Luft hat dann Zeit, dem anfangs langsamen Druck der Fläche auszuweichen.

Je schneller der Flug, desto genauer stimmt seine Richtung mit der Neigung der Fläche überein.

Wenn daher der Vogel in derselben Höhe bleiben will, so ist er sogar genöthigt, sehr grosse Kreise zu machen. Bei der geringen Neigung seiner Flugfläche erreicht er erst nach Zurücklegen einer grossen Strecke die Schnelligkeit, mit welcher er gegen den Luftstrom schweben und dann wieder umwenden kann, ohne alle Vorwärtsbewegung verloren zu haben. Hätte er diese nicht mehr, so würde er nicht einmal umwenden können, ohne sich mit einigen Flügelschlägen zu helfen. In der ersten Flugunterrichtsstunde der Störche kommt dieser Fall vor. Der Lehrer drückt dann auf storchisch seine Missbilligung aus und der Schüler muss den Kreis einigemal wiederholen, bis er ihn ohne Flügelschlag und ohne Höheverlust ausgeführt hat. —

Nachdem wir die Bewegungen beobachtet haben, welche der Vogel

*) Man vergleiche die Artikel desselben Verfassers in Heft IX, Seite 249 und Heft XI, Seite 322 dieses Jahrgangs unsrer Zeitschrift. D. Red.

mittelst Verstellung seiner Flächen mit Benutzung seiner Schwere und des Windes ausführen kann, bleibt uns noch eine höchst wichtige Thätigkeit desselben zu betrachten, nämlich das Schlagen mit den Flügeln. Bei Windstille oder zu schwach bewegter Luft wäre ein Aufwärtssteigen unmöglich und ebenso unmöglich wäre ein Verharren auf derselben Höhe, weil die Vorwärtsbewegung mit stetem Sinken verbunden ist.

Wir haben gesehen, dass eine geneigte schwebende Fläche ihren Lauf beschleunigt, wie ein rollender Körper auf einer schiefen Ebene. Würde die Fläche, nachdem sie eine grosse Geschwindigkeit erreicht, in horizontale Lage gebracht, so müsste sie in horizontaler Richtung weiter schweben, bis in Folge der Reibung mit der Luft ein immer zunehmendes Sinken mit der abnehmenden Geschwindigkeit einträte und die Vorwärtsbewegung schliesslich ganz aufhörte. Zwar könnte durch abermaliges Neigen der Fläche wieder Geschwindigkeit erworben werden, aber das Vergnügen hätte doch bald ein Ende.

Das Schlagen mit den Flügeln kann also nichts anderes bezwecken, als eine Forterhaltung, oder eine Beschleunigung der schon vorhandenen Geschwindigkeit. Ein direktes Aufwärtsdrücken der Fläche gegen die Luft bleibt ausgeschlossen, denn sie durchschneidet die Luft nur mit ihrer Schärfe, beim Steigen sowie beim Fallen.

Sehen wir nochmals den so oft und eingehend besprochenen Flügel an in seiner Thätigkeit. Hauptform und Struktur desselben dürfen als bekannt vorausgesetzt werden. Schlägt der Flügel, bei horizontaler Lage des Vogels, senkrecht abwärts, so drückt der vordere Theil des Flügels in einem Winkel von ungefähr 45° gegen die Luft, welche den Federn entlang nach hinten getrieben wird. Die gesammte Flügelfläche schlägt ebenfalls mit, aber die Haut, in welcher die Federn stecken, giebt dem Druck nach und rutscht am Arm nach vorn. Die Federn, vorher nach oben gewölbt, strecken sich, ja biegen sich sogar aufwärts, wie z. B. bei den Krähen, und der Gegendruck des Schlages würde nach vorn geschehen in einem Winkel von 30° bis 40° aufwärts, wenn der Flügel nicht einen Bogen schlüge, an dessen unterem Ende, an welchem zugleich die grösste Kraft aufgewendet wird, der Gegendruck in horizontaler Richtung erfolgt. Hierauf folgt ein Schlag nach oben, welcher zwar etwas schwächer wirkt in Folge der Wölbung der oberen Flügelseite, aber immer zur Beschleunigung des Fluges beiträgt.

Die Grösse des Kraftaufwandes beim Flügelschlagen hängt vom Verhältniss des Gewichtes zur Flugfläche ab.

Wir kommen auch hier wieder auf die Uebereinstimmung des Verhaltens einer schwebenden Fläche mit dem eines rollenden Körpers zurück. Wenn eine Kugel auf einer horizontalen Ebene von ihrer Stelle bewegt werden soll, so braucht zu diesem Zwecke nur eine viel geringere Kraft aufgewendet zu werden, als zum Aufheben derselben nothwendig wäre, und ist sie einmal in Bewegung gebracht, so genügt die leichteste Nachhilfe, um sie darin zu erhalten oder ihre Geschwindigkeit zu beschleunigen.

Befindet sich der Vogel mit grosser Flugfläche in horizontaler Lage mit einer Fluggeschwindigkeit, welche zu einer längeren Vorwärtsbewegung ausreicht, so wird die Arbeit nicht gross zu sein brauchen, um diese Geschwindigkeit zu erhalten. Ist hingegen die Flugfläche im Verhältniss zum Gewicht klein, wie beim Sperling oder der Wachtel, so wird sie nie horizontal schweben können. Die horizontale Flugrichtung ist für Kleinflügler nur bei viel grösserer Geschwindigkeit möglich und diese kann nur durch unausgesetzten und raschen Flügelschlag erreicht werden. Wie viel bequemer, aber auch langsamer fliegt der Grossflügler! Nachdem er sich durch Fallenlassen oder kräftiges Abstossen Vorwärtsbewegung gegeben, beschleunigt er dieselbe mit wenigen Flügelschlägen und sofort sehen wir ihn regungslos eine Strecke von 50 bis 100 Meter in horizontaler Richtung zurücklegen. Will der schwebende Reiher einen etwa 100 Fuss entfernten und 10 Fuss höher gelegenen Punkt erreichen, so beschleunigt er seinen Flug mit anhaltendem langsamen Flügelschlagen, richtet dann, wenn ihm die Geschwindigkeit genügt, seine Längenaxe einige Augenblicke auf den Punkt hin und bald ist er ohne weitere Arbeit am Ziel. Dabei war ein Flügelschlag jede Sekunde, also etwa 6 bis 8 Flügelschläge zwischen einem Winkel von höchstens 30° seine ganze Kraftleistung und sicher konnte keine grosse Kraftanstrengung damit verbunden sein. Der Vogel mit grosser Flugfläche braucht sich nicht mittelst fortwährender Thätigkeit seiner Flügel horizontal schwebend zu erhalten, das thut schon die Flugfläche, wenn die Vorwärtsbewegung rasch genug ist, denn die Fläche schwebt um so genauer in ihrer Richtung, je geschwinder ihr Flug ist. Angenommen, der Vogel schwebe in horizontaler Richtung mit einer Geschwindigkeit von 5 Meter in der Sekunde und die Geschwindigkeit nehme in der zweiten Sekunde um 1 Dezimeter ab, wodurch zugleich die horizontale Richtung verloren ginge, so wäre, um diese zu behalten, im Verlauf der zweiten Sekunde ein Flügelschlag nothwendig, welcher die übrig gebliebene Geschwindigkeit von 4,9 Meter um 1 Dezimeter beschleunigt. Bei kräftigerem Schlag mit einer Beschleunigung von 2 Dezimeter und zehnmaliger Wiederholung desselben würde der Flug so beschleunigt, dass eine Strecke von 45 Meter mit ruhig ausgestreckten Flügeln zurückgelegt werden könnte, bevor die Geschwindigkeit wieder auf 5 Meter zurückgekommen wäre.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Allgemeine Sport-Zeitung. Wochenschrift für alle Sportzweige. Herausgegeben und redigirt von Victor Silberer. Wien, 1886.

No. 44 dieser Wochenschrift enthält eine Uebersetzung des in der französischen Zeitschrift „L'Aéronaute" enthalten gewesenen Berichts über die Ballonfahrt der Luftschiffer Lhoste und Mangot von Cherbourg nach London am 29. Juli v. J. (Vergl. unsere Zeitschrift, Heft X, Seite 309.)

No. 45 der „Allg. Sport-Ztg.“ bringt folgende Notiz: „In Russland wird seit Jahren der Luftschifffahrt zu militärischen Zwecken die grösste Aufmerksamkeit geschenkt und werden unausgesetzt Versuche auf Staatskosten gemacht. Die für diese Zwecke aufgewendeten Summen belaufen sich derzeit jährlich auf viele Hunderttausende. Die betreffenden Versuche und Studienfahrten haben auch schon Opfer an Menschenleben gekostet. So hören wir, dass ein Ballon von der kaiserlich-technischen Gesellschaft für Luftschifffahrt seit dem 7. September, an welchem Tage er aufstieg und auf's Meer hinausgetrieben wurde, verschollen ist. Durch dieses Unglück wurde eine Verordnung des Marineministeriums angeregt, welche die Schiffskapitäne anweist, auf ein Signal, bestehend aus einem kleinen schwarzen Ballon mit einer rothen Fahne, den bedrängten Aëronauten zu Hilfe zu kommen. Sämmtlichen Schiffskapitänen der baltischen Kriegsflotte wurde die Beachtung der obigen Verfügung des Ministeriums zur besonderen Pflicht gemacht.“

No. 48 enthält eine recht hübsche Reproduktion der ersten photographischen Aufnahme, die in Oesterreich-Ungarn vom Luftballon aus — und zwar durch Herrn Silberer — gemacht worden ist. Die Photographie stellt die Reichsbrücke bei Wien dar und ist, nach der Reproduktion zu urtheilen, gut gelungen. In einer „Extra-Beilage“ bringt die Wochenschrift dazu einen längeren Bericht über den am 12. Mai dieses Jahres verhandelten Prozess wegen der Silberer'schen Ballon-Photographien. (Vergl. Heft V., Seite 150 unserer Zeitschrift.) Wir gehen auf den Inhalt dieses Berichtes hier nicht näher ein, da der Letztere eigentlich nur ein persönliches Interesse für Herrn Silberer hat. Dass man in Wien seiner Zeit dem Ausgange der Gerichtsverhandlung mit einer gewissen Spannung entgegengesehen hat, erklärt sich wohl aus dem Umstande, dass Herr Silberer der Erste und unseres Wissens bis jetzt der Einzige gewesen, der sich in Oesterreich-Ungarn mit Ballon-Photographie beschäftigt hat. Bei uns, besonders in Berlin, sind photographische Aufnahmen vom Ballon aus so häufig und von so verschiedenen Luftfahrern gemacht worden, dass dieselben selbst für das grosse Publikum kaum noch den Reiz des Neuen haben.

Im Anschlusse an den Verhandlungsbericht bringt dann No. 50 der „Allgem. Sport-Ztg.“ zwei auf den Prozess bezügliche polemische Zuschriften mit Kommentaren des Herrn Silberer. Für weitere Kreise haben diese Mittheilungen noch geringeres Interesse, als die Prozessverhandlung selbst. —n.

Photographische Korrespondenz. Organ der Photographischen Gesellschaft in Wien und des Vereins zur Pflege der Photographie und verwandten Künste in Frankfurt a. M. November 1886.

Das Heft bringt einen Artikel über Ballonphotographie, der nichts Neues enthält, sondern lediglich dazu zu dienen scheint, den gleichzeitig gebrachten Abdrücken der Ballon-Aufnahmen des Herrn Silberer einige Worte beizugeben.

Meteorologische Zeitschrift. Herausgegeben von der Oesterreichischen Gesellschaft für Meteorologie und der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft. Heft 11 und 12, November und Dezember 1886.

Inhalt des 11. Heftes: Hellmann, Beiträge zur Kenntniss der Niederschlags-Verhältnisse von Deutschland. — Köppen, Der Orkan vom 14. Mai in Crossen a. O. — Der Orkan vom 12. Mai zu Madrid. — Lingg, Ungewöhnliche Anomalie zwischen gleichzeitigen Barometerständen von München und dem Wendelstein.

Inhalt des 12. Heftes: Schubring, Reduktion des Barometerstandes auf den Meeresspiegel mit Hilfe einer graphischen Tafel. — Dove, Der Orkan vom 10. August 1886 bei Northeim und Catlenburg. — Busch, Zur Polarisation des zerstreuten Himmelslichtes. Beobachtungen über den Gang der neutralen Punkte.

Kleinere Mittheilungen.

— **Billiges Ballonfüllungsgas in Sicht.** Die von der Industrie so lange ersehnte Verbilligung des Leuchtgases scheint nun für Berlin endlich kommen zu sollen. In einer der letzten Sitzungen der Stadtverordneten-Versammlung bildete den ersten Gegenstand der Tagesordnung die Berichterstattung des Stadtv. Meyer I, namens des Ausschusses über die Vorlage, betreffend die Ermässigung des Preises für das zum Betriebe von Gaskraftmaschinen benutzte Gas. Die vom Referenten ausführlich begründeten Anträge des Ausschusses gingen dahin: „1. Die Versammlung genehmigt die Herabsetzung der Preise um 20 pCt. nicht nur für das zum Betriebe von Gasmotoren, sondern auch für das zu allen anderen, als zu Beleuchtungszwecken zu verwendende Gas (also auch wohl zur Füllung von Luftballons! D. Red.) vorausgesetzt, dass die Konsumenten sich den zu erlassenden Kontrolvorschriften unterwerfen. — 2. Die Versammlung genehmigt, dass die Imperial-Kontinental-Gas-Assoziation für gleiche Zwecke eine Preisermässigung um 20 pCt. eintreten lässt, beides unter der Bedingung, dass die Imperial-Kontinental-Gasassoziation in die vorstehende Herabsetzung der Gaspreise seitens der Stadtgemeinde Berlin willigt und sich bereit erklärt, auch für den Fall, dass sie von dem Rechte der Preisermässigung Gebrauch macht, die volle, durch Vertrag vom 30. Mai 1881 festgesetzte Rente — auch von dem billiger abzugebenden Gase — an die Stadtgemeinde Berlin zu zahlen. — 3. die Versammlung ersucht den Magistrat a) in Erwägung zu ziehen, ob es sich nicht empfehlen möchte, für die Folge für alles in den Tagesstunden, d. h. von 7 Uhr Morgens bis zum Eintritt der öffentlichen Strassenbeleuchtung, verbrauchte Gas einen Rabatt von 20 pCt. des jetzigen Preises zu gewähren; b) zu diesem Behuf umfassende Versuche mit dem in Brüssel bereits seit einigen Jahren mit Erfolg in Betrieb befindlichen Gasmessern (Patent Wygaux) anzustellen und dieselben hierzu in mehreren Exemplaren zu beschaffen; c) mit der Imperial-Kontinental-Gas-Assoziation eine Vereinbarung herbeizuführen, dass dieselbe unbeschadet der Bestimmungen des Vertrages vom 30. Mai 1881 auch ihren Abnehmern gleiche Rechte einräumt." — Hoffen wir im Interesse der Erleichterung von Ballonfahrten darauf, dass die Anträge glücklich durchdringen mögen. Dr. Kbg.

— **Fallschirme im Kriegsdienste.** Das Vorhandensein von Fallschirmen in verschiedenen modernen Heeren dürfte weniger bekannt sein und mag dessen besondere Erwähnung hier einen bescheidenen Platz finden. Wer mit einiger Aufmerksamkeit den Artillerie-Saal des Zeughauses zu Berlin durchwandert, kann daselbst einen Fallschirm von ungefähr 1 m Durchmesser erblicken, der im Jahre 1864 bei der Belagerung von Düppel von Seiten der Dänen Verwendung gefunden hat. Derartige Mittel sind zu Beleuchtungs- und Signalzwecken auch heutigen Tages noch in einigen Armeen gebräuchlich und wir nehmen Gelegenheit, hierunter über die Fallschirm-Raketen einige Angaben des Oberstlieutenants Hennebert wiederzugeben. Die Fallschirme bilden die Träger von Raketensternen oder von Hülsen mit Sternsalz. Zu ihrer Herstellung nimmt man ein kreisförmiges Stück Kaliko von 1 m

Durchmesser und theilt dessen Umfang in zehn oder zwölf gleiche Theile. Jeder der Theilpunkte wird mit einer dünnen Schnur von circa 1 m Länge versehen. Die verschiedenen Enden der Schnüre werden mit einander vereinigt und mit einem Messingkettchen verbunden, welches den Feuerkörper in einem Pappcylinder trägt. Die Messingkette wird um den Cylinder gewickelt, der Fallschirm erst regenschirmartig gefaltet und dann der Länge nach von der Spitze aus noch einmal in abwechselndem Sinne. In dieser Form wird er auf den Cylinder gelegt. Die Blechhaube der Rakete fasst eine grössere Anzahl derartig vorbereiteter Leuchtsterne. Die Satzhülsen haben nur 5 bis 10 mm Durchmesser und 10 bis 12 cm Länge; für diese bedarf der Fallschirm nur eines Durchmessers von 20 cm. Mck.

— **Patente,** welche im Jahre 1886 für Erfindungen in der Aëronautik in Deutschland ausgegeben sind: No. 34853, Dr. Martin Braun in Cape Vincent: Steuerungs- und Lenkvorrichtungen an Luftschiffen; vom 5. März 1885 ab. — No. 34852, Eugen Freudenreich, Falconet in Nashville, Staat Tennessse: Neuerung an Luftschiffen; vom 10. Februar 1885 ab. — No. 35805, M. Thumser in München: Neuerung an Luftballons; vom 20. Juni 1885 ab. — No. 36957, Siegfried Samulon in Berlin: Vorrichtung zum Fortbewegen und Lenken von Luftschiffen; vom 2. Oktober 1885 ab. — No. 38085, Ch. R. Ed. Wulff in Paris: Vorrichtung behufs Verwendung der Flugkraft der Vögel zum Fortbewegen und Lenken von Luftschiffen; vom 7. Mai 1886 ab.

— **Ein Berliner Ballon captif.** Im „Berliner Tageblatt“ war vor einiger Zeit folgende Notiz zu lesen: „Ein Ballon captif ist als ständige Einrichtung für Berlin geplant und soll sich bereits vom 15. April nächsten Jahres ab in die Lüfte erheben. Die bezügliche Konzession ist der hiesigen Firma Tonger & Greven bereits ertheilt, welche ein Terrain in der Nähe des Zoologischen Gartens als Aufsteigeplatz sich gesichert hat. Der Ballon, der einen Durchmesser von 75 Fuss erhalten und mit Wasserstoffgas gefüllt werden soll, wird sich 1000 Fuss hoch erheben und ausser dem nöthigen Ballast dreissig Personen bei jeder Auffahrt in der Gondel mitnehmen können. Die Führung dieses Riesenballons ist dem Aëronauten des Militär-Ballon-Detachements, Herrn Richard Opitz, übertragen worden.“ — Im Anschluss hieran müssen wir unserem Bedauern darüber Ausdruck geben, dass jenem, von jedem Freunde der Luftschifffahrt lange ersehnten und mit Freuden erwarteten Unternehmen in Folge der Indiskretion eines Reporters Schwierigkeiten entgegengetreten sind, die seine Ausführung auf dem oben bezeichneten und gewiss gut gewählten Terrain unmöglich gemacht haben. Wir werden unsererseits das Unternehmen nach Kräften unterstützen, und mit dem grössten Interesse begleiten. Unsere Zeitschrift wird gelegentlich darüber ausführlich berichten. Mck.

Protokoll

der am 11. December 1886 abgehaltenen Sitzung des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt.

Vorsitzender: Dr. Müllenhoff; Schriftführer: Dr. Kronberg.

Tagesordnung: Vortrag des Herrn Dr. Stolze über Ballonphotographie; Verwaltungsbericht des Vorstandes über das abgelaufene Vereinsjahr; Neuwahl des Vorstandes und der technischen Kommission.

Die letzten beiden Punkte der Tagesordnung werden auf Beschluss der Versammlung in diejenige der folgenden Sitzung übernommen.

Herr Dr. Stolze entwickelte in seinem überaus interessanten und fesselnden Vortrage seine in den Grundzügen bereits durch frühere Publikationen bekannten Ideen zur Benutzung eines nicht bemannten Captifballons für geodätische und ähnliche Zwecke, gab insbesondere auch eine interessante genaue mathematische Ableitung der Fehler, welche im photographischen Bilde durch die pendelnden, drehenden und sonstigen Bewegungen des Captifballons verursacht werden, erörterte die Mittel zu ihrer Abstellung und besprach die zweckmässigste Konstruktion des optischen Theils der photographischen Kamera für Aufnahmen aus dem Ballon.*)

An der sehr lebhaften Diskussion über diesen Vortrag betheiligten sich ausser Dr. Stolze die Herren Moedebeck, Regely, Priess, Dr. Angerstein, Gerlach, Dr. Müllenhoff und Dr. Kronberg. Nach Herrn Moedebeck genügen die vom bemannten Ballon aus erhaltenen photographischen Aufnahmen meist schon ohne subtile Vorsichtsmaassregeln, wenn man nur nach der Auffahrt zuvor die Gondel vollständig zur Ruhe kommen lässt. Für alle Höhen von 250 bis 1000 Meter genügt meist eine einzige Einstellung des Objektivs. Die Bewegungen des Ballons sind nicht so stark, wie man allgemein glaubt; auch die in Frankreich erhaltenen guten Resultate sprechen für die Zukunft der Ballonphotographien. Nach dem Urtheil des Herrn Regely können die Ballonaufnahmen sicher von Bedeutung werden für die Situationslinien, nicht aber für die Terrainerhebungen, namentlich wenn der Boden mit Wald bedeckt ist, da schon die verschiedene Höhe der Bäume die leichteren Terrainwellen verwischt. Herr Dr. Angerstein kann bestätigen, dass man aus grösseren Höhen vom Ballon aus das Terrain nicht genau zu unterscheiden vermag, beispielsweise ein wallendes Kornfeld oft wie eine Terrainwelle, oft auch wie ein wogendes Meer erscheint und daher auch aus der Photographie des Terrains nicht sicher erkannt werden kann. Herr Dr. Stolze will die Ballonphotographie auch nur in geeigneten Fällen für geodätische Zwecke, namentlich Spezialpläne, verwendet wissen; im Hochgebirge z. B. werde man naturgemäss statt der Ballonphotographie die Photogrammetrie anwenden. Auch Herr Dr. Kronberg hält Stolze's Ideen wohl für praktisch ausführbar und namentlich dann lebensfähig, wenn es gelingen sollte, kleinere, schon durch den geringen Bedarf an Füllgas weniger kostspielige Captifballons mit möglichst leichtem photographischen Apparat und Kabel zu konstruiren, welche als ständiges Handwerkszeug des Feldmessers bei Aufnahme kleinerer Feldmarken zum Zweck der Verkoppelung und dergleichen dienen könnten. Es werden auch die durch Herrn v. Siegsfeld ausgeführten Ballonaufnahmen einzelner Stadtbezirke von Berlin, so namentlich der Gegend des Ausstellungsparkes, erwähnt. Herr Dr. Stolze giebt ferner auf Befragen noch eine Erklärung der auf photographischen Bildern in Folge von Luftvibrationen und Sonnenreflexen entstehenden störenden Unschärfen.

Nach der darauf folgenden üblichen kurzen Pause theilt Herr Dr. Kronberg als Mitglied der technischen Kommission einiges aus den dem Vereine zugegangenen Schriftstücken mit, so namentlich ein Projekt des Herrn Lazareth-Inspektors Arthur Baermann in Trier (früher in Thorn), betreffend einen spindelförmigen Ballon mit Ausbuchtungen, Pendelgewicht und Propellerschrauben an Querstangen.

Weiter referirt Herr Dr. Kronberg über einige, auch für den Aëronauten nicht unwichtige Novitäten aus der Gasfabrikation**), so über die Erkennung

*) Der Vortrag selbst wird demnächst in der Zeitschrift zum Abdruck gelangen. Die Red.

**) Vergl. die Rubrik: Technische Revue in Heft XI. d. Zeitschr. Die Red.

von Leuchtgas-Ausströmungen mittelst Palladium-Papiers, welche jetzt von grosser Bedeutung für die bequeme und wenig kostspielige Auffindung von Defekten in Strassen-Gasleitungen geworden ist, bei Prüfung der Dichtigkeit von Gasuhren gute Dienste leisten kann und vermuthlich auch beim Umgang mit dem Ballon nützlich zu verwerthen ist, sowie ferner über die jetzt von vielen Seiten in Anregung gebrachte Abgabe des am Tage verbrauchten Gases zum halben Preise (8 statt 16 Pf. pro Kubikmeter) und die Konstruktion der hierzu erforderlichen Gasuhren mit Doppelskala für Tages- und Abend-Konsum. Eine derartige Herabsetzung des Gaspreises würde die Füllungskosten für Charlièren so sehr vermindern, dass sich davon eine bedeutende Vermehrung der Auffahrten zu wissenschaftlichen Zwecken, zum Sport und zu Schaustellungen schaffen liesse.

Nach Verlesung und Genehmigung des Protokolls der vorhergehenden Sitzung wird die nächste erste Jahressitzung auf den 16. Januar 1887 festgesetzt.

Inhaltsverzeichniss.

Abhandlungen, Vorträge, Polemisches.

Technische Revue.

Neue Schriften zur Luftschifffahrtskunde.

Mittheilungen aus Zeitschriften.

Kleinere Mittheilungen.

Protokolle der Vereinssitzungen.

Verschiedenes.

Druck von Otto Elsner, Berlin S., Ritterstr. 13.

